

BERICHTE

**aus dem Fachbereich Geowissenschaften
der Universität Bremen**

Nr. 49

Dersch-Hansmann, M.

**ZUR KLIMAENTWICKLUNG IN OSTASIEN
WÄHREND DER LETZTEN 5 MILLIONEN JAHRE:
TERRIGENER SEDIMENTEINTRAG IN DIE JAPAN SEE
(ODP AUSFAHRT 128)**



Die "Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften" werden in unregelmäßigen Abständen vom Fachbereich 5, Universität Bremen, herausgegeben.

Sie dienen der Veröffentlichung von Forschungsarbeiten, Doktorarbeiten und wissenschaftlichen Beiträgen, die im Fachbereich angefertigt wurden.

Die Berichte können bei:

Frau Gisela Eggerichs

Sonderforschungsbereich 261

Universität Bremen

Postfach 330 440

D 28334 BREMEN

Telefon: (49) 421 218-4124

Fax: (49) 421 218-3116

angefordert werden.

Zitat:

Dersch-Hansmann, M.:

Zur Klimaentwicklung in Ostasien während der letzten 5 Millionen Jahre: Terrigener Sedimenteintrag in die Japan See (ODP Ausfahrt 128).

Berichte, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen, Nr. 49, 149 S., 64 Abb., 14 Tab., Bremen 1994

**Zur Klimaentwicklung in Ostasien während der letzten
5 Millionen Jahre: Terrigener Sedimenteintrag
in die Japan See (ODP Ausfahrt 128)**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
am Fachbereich Geowissenschaften
der Universität Bremen

vorgelegt von
Michaela Dersch-Hansmann
Oktober 1993

*Höchst erfreulich und belehrend
Ist es doch für jedermann,
Wenn er allerlei Geschichten
Lesen oder hören kann.*

*So zum Beispiel die Geschichte
Wie es etwa dazu kam,
Daß der Sand im Meer von Japan
Seinerzeit aus China kam.*

(frei nach Wilhelm Busch)

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|---|--------------|
| Danksagung | III |
| Kurzfassung | V |
| Abstract | VII |
| 1. Einleitung und Fragestellung | 1 |
| 2. Der Sedimentationsraum Japan See | 4 |
| 2.1. Hydrographie | 4 |
| 2.2. Tektonische Entwicklung | 6 |
| 2.3. Sedimentliefergebiete und Transportprozesse | 8 |
| 2.3.1. Staubtransport und atmosphärische Zirkulation | 11 |
| 2.3.2. Fluviale Sedimentzufuhr | 15 |
| 2.3.3. Ozeanische Strömungen | 17 |
| 2.3.4. Gravitative Sedimentzufuhr durch Trübestrome | 17 |
| 3. Bohrpositionen und lithologische Beschreibung der Sedimente | 17 |
| 3.1. Bohrung 798 | 19 |
| 3.2. Bohrung 799 | 23 |
| 4. Stratigraphie und Sedimentbilanz | 24 |
| 4.1. Bohrung 798 | 24 |
| 4.2. Bohrung 799 | 27 |
| 5. Methodik | 29 |
| 5.1. Probennahme | 29 |
| 5.2. Granulometrie | 30 |
| 5.3. Untersuchung der Siltfraktion | 31 |
| 5.3.1. Korngrößenbestimmung | 31 |
| 5.3.2. Mikroskopie von Schmierpräparaten | 32 |
| 5.4. Röntgendiffraktometrische Phasenanalyse | 33 |
| 5.4.1. Gesamtmineralogie | 34 |
| 5.4.1.1. Bestimmung der kristallinen Mineralphasen | 34 |
| 5.4.1.2. Fehlerbetrachtung: Richtigkeit und Reproduzierbarkeit der Messungen der kristallinen Mineralphasen | 37 |
| 5.4.1.3. Bestimmung des Biogenopalgehaltes | 39 |
| 5.4.2. Tonmineralogie | 40 |
| 5.5. Berechnung von Akkumulationsraten | 44 |

| | Seite |
|---|--------------|
| 6. Ergebnisse | 45 |
| 6.1. Granulometrie | 45 |
| 6.1.1. Statistische Korngrößenparameter in der Siltfraktion | 46 |
| 6.1.1.1. Bohrung 798 | 46 |
| 6.1.1.2. Bohrung 799 | 49 |
| 6.2. Gesamtmineralogie | 52 |
| 6.2.1. Bohrung 798 | 52 |
| 6.2.1.1. Langzeitentwicklung | 52 |
| 6.2.1.2. Segmentproben | 55 |
| 6.2.1.3. Hell/Dunkel-Zyklen | 56 |
| 6.2.2. Bohrung 799 | 57 |
| 6.3. Zusammensetzung der Tonfraktion | 60 |
| 6.3.1. Bohrung 798 | 60 |
| 6.3.2. Bohrung 799 | 62 |
| 6.4. Gesamtakkumulationsraten | 64 |
| 7. Sedimentliefergebiete und Transportprozesse | 66 |
| 7.1. Korngrößenverteilung in der Siltfraktion | 66 |
| 7.2. Mineralogische Zusammensetzung | 70 |
| 7.3. Tonminerale | 72 |
| 7.4. Bilanzierung des äolischen Staubeintrages und lateraler Vergleich | 81 |
| 8. Die terrigene Sedimentzusammensetzung in der Japan See während der letzten 5 Millionen Jahre: Ein Spiegel der Klimaentwicklung in Asien | 85 |
| 8.1. Langfristige Klimaentwicklung | 86 |
| 8.2. Sedimentzyklen in der Japan See | 100 |
| 8.2.1. Klimazyklen im Quartär | 100 |
| 8.2.2. Sedimentbilanz im Glazial und Interglazial | 102 |
| 8.2.3. Spätquartäre Hell/Dunkel-Zyklen | 109 |
| 9. Tektonische und vulkanische Aktivität in der Umgebung der Japan See und ihre Auswirkungen auf die Sedimentzusammensetzung | 113 |
| 10. Schlußfolgerungen | 115 |
| 11. Literaturverzeichnis | 117 |
| 12. Anhang | 128 |
| 12.1. Erläuterung der in Text und Anhang verwendeten Abkürzungen | 128 |
| 12.2. Verzeichnis der Tabellen im Anhang | 130 |

Danksagung

Zunächst möchte ich den beiden Gutachtern der Promotionsschrift, Herrn Priv. Doz. Dr. Rüdiger Stein vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) in Bremerhaven und Herrn Prof. Dr. Gerold Wefer von der Universität Bremen, für ihre Begutachtung danken.

Das Thema dieser Arbeit wurde von Herrn Priv. Doz. Dr. Rüdiger Stein vergeben. Seine stete Diskussionsbereitschaft, die zahlreichen wissenschaftlichen Anregungen, wie auch seine moralische Unterstützung, haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Für die beispielhafte fachliche Betreuung möchte ich ihm sehr herzlich danken.

Allen Kolleginnen und Kollegen am AWI danke ich für ihr stetes Interesse am Fortgang dieser Arbeit. Die zahlreichen Diskussionen innerhalb der Arbeitsgruppe gaben wertvolle Anregungen. Dipl. Geol. Ute Mann, Dr. Dirk Nürnberg, Dipl. Geol. Carsten Schubert, Dipl. Geol. Christoph Vogt und Dr. Monika Wahsner danke ich für die kritische Durchsicht von Manuskriptteilen und dafür, daß sie immer bereit waren, mir mit Rat und Tat zur Seite zu stehen. Besonders danken und hervorheben möchte ich Dr. Rainer Stax, der im gleichen Projekt arbeitete und als fachlich kompetenter Diskussionspartner für wissenschaftliche Fragestellungen stets zur Verfügung stand. Herrn Dr. R. Petschick gilt mein Dank für die hilfreichen Diskussionen von Fragestellungen in der Tonmineralogie. Frau Rita Fröhlking danke ich für die technische Unterstützung bei den Korngrößenanalysen. Ferner bedanke ich mich bei den wissenschaftlichen Hilfskräften und Praktikanten am AWI, die mich im Laufe meiner Arbeit bei der Datengewinnung und dem Layout des Manuskriptes unterstützt haben.

Herrn Dr. Joern Lauterjung von Geoforschungszentrum Potsdam möchte ich ganz besonders für die Unterstützung bei den röntgendiffraktomentrischen Bestimmungen sowie für die Diskussion des umfangreichen Datenmaterials danken.

Dr. Peter DeMenocal von der Universität in Lamont (Columbia University, NY) stellte unveröffentlichtes Daten- und Probenmaterial zu Verfügung, wofür ich mich herzlich bedanke.

Sehr wichtig war für mich auch die Unterstützung meiner Familie und meiner Freundinnen und Freunde, die stets Anteil am Fortgang meiner Arbeit nahmen.

Nicht zuletzt möchte ich meinem Mann, Jörg Hansmann, ganz herzlich für sein Verständnis und Vertrauen danken. Er hat die Begeisterung für meine wissenschaftliche Arbeit stets mit mir geteilt, mich in allen Phasen meiner Promotion begleitet und so maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ich bedanke mich darüberhinaus bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die finanzielle Förderung der vorliegenden Arbeit im Rahmen des Projektes "Paläoklima und Paläoozeanographie in der Japan See".

Anmerkung:

Die Beschriftungen der Abbildungen in dieser Arbeit sind in englischer Sprache gehalten, da z.T. bereits publizierte und noch zu veröffentlichende Publikationen ebenfalls in englischer Sprache abgefaßt wurden bzw. werden. Erklärungen zu den einzelnen Abbildungen sind jeweils in der Unterschrift bzw. im Text zu finden. Im Anhang der Arbeit ist weiterhin eine Liste der in Text, Abbildungen und Tabellen verwendeten Abkürzungen aufgeführt.

Kurzfassung

Die Japan See ist eines der ozeanischen Randmeere im Westpazifik und steht über relativ schmale und flache Meeresstraßen mit angrenzenden Randmeeren und dem offenen Ozean in Verbindung. Die Terrigenzufuhr in die Japan See wird heute maßgeblich von äolischem Staubeintrag aus den ariden Klimazonen Asiens und den ausgedehnten Lößgebieten Chinas beeinflusst. Das Haupttransportmedium ist dabei die planetarische Westwindströmung der mittleren Breiten. Im Hinblick auf den terrigenen Sedimenteintrag stellt die Japan See ein wichtiges Bindeglied zwischen terrestrischem und offen-marinem Ablagerungsmilieu dar. Die Charakterisierung und Bilanzierung des terrigenen Anteils in den marinen Sedimenten und deren Änderungen mit der Zeit ermöglichen eine Rekonstruktion der Transportprozesse im Ablagerungsraum und der paläoklimatischen Entwicklung im Herkunftsgebiet des Materials.

Während der "Ocean Drilling Program (ODP)" Ausfahrt 128 wurden in der Japan See zwei Bohrungen abgeteuft (798 und 799), die miozäne und quartäre Sedimentabfolgen repräsentieren. Im Rahmen dieser Arbeit ist an den beiden Sedimentkernen der Terrigenanteil der marinen Ablagerungen sedimentologisch-mineralogisch untersucht worden. Besonders die Veränderungen der Sedimentzusammensetzung auf dem morphologisch isolierten Oki-Rücken ist von paläoklimatischer Bedeutung. Sie erlauben direkte Rückschlüsse auf Änderungen der atmosphärischen Zirkulation in Abhängigkeit von unterschiedlichen Klimabedingungen im Liefergebiet.

Anhand von Korngrößenverteilung und -sortierung sowie der Tonmineralparagenese können zwei Sedimenttypen unterschieden werden, die auf unterschiedliche Transportprozesse zurückgehen: Äolisch transportiertes Sediment (Typ I) zeichnet sich durch relativ grobe mittlere Siltkorngrößen, eine gute Sortierung und verhältnismäßig hohe Kaolinitgehalte aus. Der zweite Sedimenttyp (Typ II) wird auf eine Ablagerung aus der Suspensionsfracht in der Wassersäule zurückgeführt und ist durch feine mittlere Siltkorngrößen, eine schlechte Sortierung und niedrige Kaolinitgehalte gekennzeichnet. In einem lateralen Vergleich von Korngrößen und absoluten Zufuhrmengen, in Hauptwindrichtung bis über die Japan See hinaus, wird die proximale Position des Randmeeres zu den Sedimentliefergebieten auf dem asiatischen Festland deutlich. In zunehmender Entfernung vom Liefergebiet in Asien nehmen die Korngrößen und Akkumulationsraten ab; die Schwankungsbreite der Werte wird in gleicher Weise geringer.

Die Veränderungen in der Sedimentzusammensetzung über den gesamten untersuchten Zeitraum ermöglichen eine Rekonstruktion der paläoklimatischen Entwicklungsgeschichte auf dem asiatischen Festland und der Ablagerungsbedingungen in der Japan See für die letzten 5 Millionen Jahre.

Das untere Pliozän bis mittlere Oberpliozän (5 bis 2,4 Ma) ist von einheitlichen, warm/humiden Klimabedingungen auf dem asiatischen Festland geprägt. Eine drastische Abkühlung und Intensivierung der atmosphärischen Zirkulation infolge der Nordhemisphärenvereisung vor 2,4 Ma äußert sich in einem markanten Anstieg der Terrigenzufuhr in der Japan See zu diesem Zeitpunkt. Das gleichzeitige Einsetzen der Lößsedimentation auf dem chinesischen Festland ist die direkte Folge dieses globalen Klimawechsels in Asien. Die oberpliozäne bis pleistozäne Sedimentation im Ablagerungsraum ist seither von zyklischen Schwankungen in der Terrigenzufuhr charakterisiert, die mit dem Wechsel zwischen Glazial- und Interglazialperioden in Verbindung stehen. Durch Änderungen in der Intensität der atmosphärischen Zirkulation kommt es zu erhöhtem bzw. vermindertem äolischen Staubeintrag im Glazial bzw. Interglazial. Im Glazial betragen die Zufuhrraten bis $5,4 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$, im Interglazial sind die entsprechenden Werte durchschnittlich um den Faktor 2 niedriger und nehmen bis auf $2,6 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$ ab. Die Korrelation dieser Schwankungen mit den Zyklen der Erdbahnparameter (Erdschiefe und Exzentrizität) weist auf einen externen Einfluß auf die Klimaentwicklung in Asien hin.

Für die Japan See haben diese Klimawechsel besonders seit 1,2 Millionen Jahren bedeutende Auswirkungen in hydrographischer Hinsicht. Eine erneute drastische Abkühlung zu dieser Zeit, verbunden mit extremen Meeresspiegelschwankungen, führt wahrscheinlich zu einer zeitweilig vollständigen Abschnürung der Japan See. Während Meeresspiegelniedrigständen kälterer Phasen überwiegt dabei deutlich die äolische Sedimentzufuhr (Sedimenttyp (I)). Der Eintrag terrigener Materials aus Suspensionsfracht (fluviatiler und/oder ozeanischer Herkunft) ist dagegen während Meeresspiegelhochständen wärmerer Phasen dominant (Sedimenttyp (II)).

Ein besonders auffälliges Merkmal der spätquartären Sedimente der Japan See sind unterschiedlich deutlich ausgeprägte Hell/Dunkel-Zyklen mit einer Sedimentationsdauer zwischen 1000 und 10.000 Jahren, die die beschriebenen Klimazyklen überlagern. Die Quarzgehalte in den einzelnen Zyklen, als Indikator für (äolischen) Terrigeneintrag, zeigen meist keine Differenzierung zwischen hellen bzw. dunklen Zykluspartien. Die Genese dieser Zyklen ist demnach wahrscheinlich nicht primär klimagesteuert. Sie geht vielmehr auf lokale, hydrographische Veränderungen zurück, die ihren Ausdruck in Unterschieden in Menge und Zusammensetzung des organischen Materials finden.

In einem vulkanisch aktiven Gebiet wie der Japan See und ihrer Umgebung liegt ein Einfluß auf die terrigene Sedimentbilanz nahe. Ein Hinweis auf die vulkanische Aktivität des japanischen Inselbogens sowie des angrenzenden Festlandes ist in den untersuchten Sedimenten qualitativ durch das Mineral Augit repräsentiert. Der Mineralanteil in den beschriebenen Aschelagen ist jedoch insgesamt sehr gering und spielt in der Sedimentbilanz und paläoklimatischen Aussagekraft des untersuchten Kernmaterials quantitativ keine Rolle.

Abstract

The Sea of Japan is one of the back-arc-basins of the western Pacific, related to the evolution and formation of the Japanese Island Arc. The basins maximum depth of about 3600 m stands in contrast to the relatively small and shallow gateways to marginal seas and the Pacific Ocean.

Terrigenous sediment supply to the Sea of Japan today is strongly influenced by prevailing westerly winds as well as the Pacific drainage system of major rivers from the Asian continent and the Japanese Islands. Due to its proximal position to the source areas of terrigenous material (i. e., the arid and semiarid climatic zones in Asia such as the Gobi desert, the mongolian desert and the loess plateau in China), the Sea of Japan occupies an important link between terrestrial sedimentation and distal terrigenous records in the central Pacific.

During Ocean Drilling Program Leg 128 two sediment cores were taken in the Sea of Japan, containing sediments of Miocene to Quaternary age. The terrigenous fraction of these cores has been investigated in order to reveal both transport mechanisms to the marginal sea and to reconstruct the detailed paleoclimatic history of the source area of the terrigenous material in Asia for the past 5 million years.

Two different transport processes can be distinguished: (I) an eolian-transported sediment type, characterized by good sorting of the silt fraction and relatively high kaolinite content and (II) a suspension transported sediment type of poorly sorted, finer silt fraction with minor amounts of kaolinite. Based on a spatial data comparison, the grain size distribution and the accumulation rates of (eolian) terrigenous material of the Sea of Japan fit well within the proximal position between the source area in China and the more distal depositional areas downwind in the central Pacific Ocean.

The long-term paleoclimatic development on the Asian continent and in the depositional area of the Sea of Japan is triggered by both local and global mechanisms.

Lower to middle Late Pliocene sediments in the Sea of Japan are characterized by a rather uniform pattern of relatively low terrigenous accumulation. This time period seems to represent rather equable depositional conditions in a relatively warm/humid climatic environment. Near 2.4 Ma, a distinct increase in (eolian) terrigenous input and a change in the quartz/feldspar-, and illite/chlorite-ratios occurs in the Sea of Japan. This shift coincides with the establishment of a glacial world, triggered by the development of major Northern Hemisphere glaciation. In a more cold/arid climatic environment, a reduced vegetation cover with enhanced atmospheric circulation could establish. Under these conditions, the (eolian) terrigenous sediment supply distinctly increases (as reflected in the sediments of the Sea of Japan). Since then, alternating glacial/interglacial periods, with enhanced or reduced atmospherical

circulation and terrigenous input, are the typical features of the Pliocene and Pleistocene climate. In numbers, the climatic differences between glacial and interglacial periods can be expressed by the factor of two, i. e., terrigenous supply being two times higher during glacial periods (up to 5.4 g/cm²/ky) in comparison to interglacial times (down to 2.6 g/cm²/ky). These cyclic shifts in sediment composition correlate well with the orbital cycles (tilt and excentricity) and thus reflect the external influence on the climatic evolution in Asia.

Since 1.2 Ma, the sediment composition in the Sea of Japan shows an accelerated response to climatic variations, represented in the more distinct variability of the sediment composition. This is probably due to a further cooling, which leads to extreme hydrographic situations. The consequence is a (semi-)closed basin during sea level low stands of cold periods with increased terrigenous sediment supply through enhanced atmospherical circulation. As a result, sediment type (I) dominates. The alternate situation is characterized by a minor influx of terrigenous material due to reduced atmospherical circulation. As a result, there is less influence of the eolian sedimentation on the local input of terrigenous material out of suspension in the water column, so that during sea level high stands of warm climatic periods the second sediment type (II) dominates.

Superimposed to the described climatic cycles distinct dark/light cycles with a time period of 1000 to 10.000 years occur in the late Quaternary. In a detailed investigation of a section with individual cycles, the quartz content, as a proxy for the (eolian) terrigenous sediment supply, shows changes similar to the climatic (glacial/interglacial) variations. In the different lithologic parts of a single cycle however, the quartz content does hardly show distinct variations, suggesting no climatic control of the geneses of a single cycle.

Volcanic activity is obvious in the surrounding areas of the Sea of Japan. This activity is represented in the investigated sediments qualitatively by the occurrence of augite. A distinct increase in volcanic input in the Sea of Japan is described at 1.4 Ma. This does not coincide with any of the described paleoclimatic shifts, represented in the terrigenous sediment composition. Furthermore, as the contribution of minerals to the documented ash layers is very small, this should not have any influence on the paleoclimatic reconstruction described above.

1. Einleitung und Fragestellung

Die wissenschaftliche Erforschung mariner Sedimente ist in den letzten Jahrzehnten verstärkt in den Blickpunkt geologischer Untersuchungen gerückt. Erst durch die Geoforschungsprojekte des "Deep Sea Drilling Project" (DSDP) bzw. "Ocean Drilling Program" (ODP) konnten Sedimentprofile über größere geologische Zeiträume gewonnen werden. Damit wurde die Voraussetzung geschaffen, mit Hilfe sedimentologischer Parameter paläoklimatische Veränderungen in hoher zeitlicher Auflösung zu rekonstruieren. Anhand der daraus gewonnenen Erkenntnisse wurde die bedeutende Rolle des Ozeansystems im Hinblick auf globale und lokale Klimaschwankungen deutlich. Ein komplexes Zusammenspiel von Änderungen der atmosphärischen und ozeanischen Zirkulationsmuster, der globalen Temperaturgradienten, lateraler und vertikaler Verlagerung von Ozeanfrontensystemen, der relativen Verteilung von Landmassen und Ozeanen sowie der Vereisungsgeschichte der Kontinente resultiert in dem, was wir heute "Global Change" nennen. Als übergeordnetes Steuerungssystem von Klimaschwankungen werden die Orbital - Zyklen gesehen (Milankovitch, 1941). Arbeiten über den Zusammenhang von zyklischen Änderungen der Erdbahnparameter und Klimawechseln globalen Ausmaßes wurden z.B. von Hays et al. (1976), Imbrie et al. (1984) und Martinson et al. (1987) veröffentlicht. Durch die weitere Erforschung dieser Zusammenhänge erhofft man sich nicht zuletzt auch Erkenntnisse für die Klimamodellierung der Zukunft.

Ozeanische Randmeere stellen paläoklimatisch besonders sensible Regionen im Einflußbereich von terrigenem und marinem Milieu dar. Dieser Ablagerungsraum kann sowohl von lokalen als auch globalen Änderungen beeinflusst werden und dies in seiner Sedimentzusammensetzung dokumentieren. Die Kontinentnähe stellt die terrigene Sedimentzufuhr in einen unmittelbaren Zusammenhang mit Klimaänderungen an Land. Vergleichsweise hohe Sedimentationsraten bieten die Möglichkeit, Veränderungen der Sedimentzusammensetzung in enger zeitlicher Auflösung zu studieren. Weiterhin kann das hydrodynamische System hier bereits auf geringe Meeresspiegeländerungen empfindlich reagieren. Verstärkte fluviatile Zufuhr terrigenen Materials kann darüberhinaus zu erhöhtem Nährstoffeintrag in diese marginalen Ozeanbereiche führen und so lokal die Produktivität anregen. Marine Sedimente ozeanischer Randmeere bergen daher ein außergewöhnlich hohes Informationspotential über Änderungen der Paläoumwelt.

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Sedimentkerne wurden im Rahmen der ODP Ausfahrt 128 in der Japan See erbohrt (Ingle et al., 1990; Abb. 1). Die Auswahl der Bohrpositionen erfolgte mit der Zielsetzung, einen von lateralen Transportprozessen möglichst unbeeinflussten, paläoozeanographischen Referenzkern (Bohrung 798; auf einem küstenfernen, isolierten Rücken in geringer Wassertiefe gelegen) sowie einen Sedimentkern aus einem der Becken der Japan See (Bohrung

799) zu gewinnen (Abb. 1). Detaillierte sedimentologische, mineralogische und geochemische Untersuchungen dieser beiden Sedimentkerne stellen die Grundlage des DFG-Projektes "Paläoklima und Paläoozeanographie in der Japan See" dar. Im Rahmen von zwei Dissertationen (Stax, 1993; vorliegende Arbeit) soll dies zu einer detaillierten paläoklimatischen und paläoozeanographischen Rekonstruktion der Ablagerungsbedingungen in der Japan See im Spätkänozoikum führen.

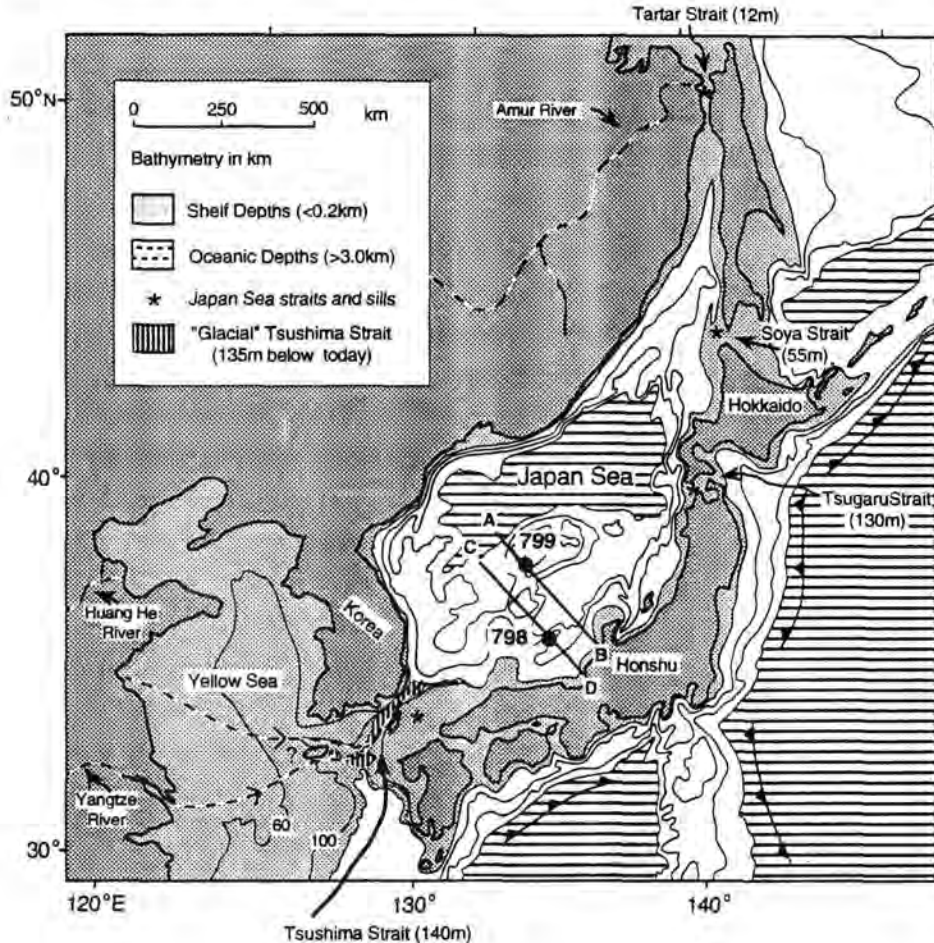


Abb. 1: Bathymetrische Karte der Japan See und der angrenzenden Schelfgebiete mit den Positionen der untersuchten Bohrungen (ergänzt nach Ingle et al., 1990). A bis D = seismische Profilinien (vgl. S. 18, Kap. 3, Abb. 11).

Die Japan See ist ein Randmeer des Nordwestpazifik, dessen Entstehung in genetischem Zusammenhang mit der Bildung des japanischen Inselbogens steht. Dieses sogenannte "Back-Arc"-Becken stellt ein wichtiges Bindeglied zwischen dem asiatischen Festland als Abtragungsraum und dem Sedimentationsraum des pazifischen Ozeans dar. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit interessiert insbesondere der terrigene Anteil der Sedimente der Japan See, der eine detaillierte Rekonstruktion der paläoklimatischen Verhältnisse auf dem asiatischen Kontinent und in der Umgebung der Japan See ermöglichen soll. Darüberhinaus wird eine Korrelation mit Ergebnissen aus anderen Ozeanbereichen, insbesondere des Nordpazifik, ange-

strebt. Die Basis zur Rekonstruktion der langfristigen paläoklimatischen Veränderungen stellen die Sedimentabfolgen beider Bohrungen dar. Kurzfristige Schwankungen in der siliziklastischen Sedimentzufuhr im allgemeinen sowie im äolischen Sedimenteintrag im besonderen, sollen an den Sedimenten des paläoozeanographischen Referenzkernes 798 aufgezeigt werden, der u. a. in zwei Detailbeprobungen stratigraphisch hochauflösend untersucht wurde.

Die qualitative und quantitative Untersuchung mariner Sedimente zeigt, daß die Zusammensetzung des Terrigenmaterials Hinweise auf unterschiedliche Liefergebiete, Klima- und Verwitterungsbedingungen im Liefergebiet sowie dessen Tektogenese bzw. geomorphologische Änderungen geben kann (Leinen & Sarnthein, 1989; Pye, 1987; Rea & Janecek, 1982; Ruddiman & Janecek, 1989; Sarnthein et al., 1982; Stein & Robert, 1985). Darüberhinaus können im Terrigenanteil mögliche Transportwege, Transportmechanismen sowie Änderungen der atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation dokumentiert sein. Insbesondere im Einflußbereich arider bis semiarider kontinentaler Klimate kann der äolisch transportierte Terrigenanteil mariner Sedimente dazu dienen, über eine Bilanzierung der äolischen Staubzufuhr Paläowindrichtungen und -intensitäten zu rekonstruieren. Zahlreiche Arbeiten über den Zusammenhang von atmosphärischer Zirkulation und äolischer Staubzufuhr in Abhängigkeit klimatischer Entwicklungen sind aus verschiedenen Ozeanbereichen bekannt : z.B. **Nordostatlantik**: Lange, 1982; Sarnthein et al., 1981; Sarnthein et al., 1982; Stein, 1984; Stein, 1985; Stein, 1986; **Südwestpazifik**: Dersch & Stein, 1991; Stein, 1986a; Stein & Robert, 1985; Thiede, 1979; **Nordpazifik**: Janecek & Rea, 1983; Leinen & Heath, 1981; Pisias & Leinen, 1984; Rea et al., 1985; **Indischer Ozean**: Sirocko et al., 1991.

Den Untersuchungen des terrigenen Sedimentanteils der beiden Bohrungen 798 und 799 liegen folgende Fragestellungen zugrunde:

- Lassen sich unterschiedliche Transportmechanismen in Zusammensetzung und Korngrößen des Terrigenmaterials dokumentieren? Können fluviatile, äolische und ozeanographische Prozesse unterschieden werden?
- Existiert eine genetische Verbindung zwischen der klimagesteuerten Lößsedimentation in China, äolisch transportiertem Sedimentanteil in der Japan See und dem Terrigengehalt von Sedimentkernen im offenen Pazifik?
- Erlaubt die detaillierte Untersuchung des terrigenen Sedimentanteils von Bohrung 798 (Oki-Rücken) eine Bilanzierung der äolischen Staubzufuhr?
- Gibt es langfristige Veränderungen in der siliziklastischen Sedimentzusammensetzung während der letzten 5 Millionen Jahre?

- Liegen dem rhythmischen Sedimentaufbau von Bohrung 798 paläoklimatische Ursachen zugrunde? Gibt es in der Japan See Hinweise auf eine Beeinflussung der Sedimentation durch Erdbahnparameter?
 - (a) Sind kurzfristige Schwankungen des Terrigengehaltes im Glazial/Interglazial - Wechsel zu erkennen?
 - (b) Spiegeln die ausgeprägten Hell/Dunkel - Zyklen von Bohrung 798 quantitative und/oder qualitative Änderungen im Terrigengehalt wider?
- Inwieweit beeinflusst die vulkanische Aktivität im Bereich der Japan See die Sedimentzusammensetzung der beiden Bohrungen?

2. Der Sedimentationsraum Japan See

Dem aktualistischen Prinzip geologischer Fragestellungen zufolge fordert eine Rekonstruktion der Ablagerungsgeschichte von Sedimenten in der Japan See sowie deren paläoklimatischer Hintergründe zunächst ausreichende Informationen über rezente Umweltbedingungen. Im folgenden werden daher die Physiogeographie und die heutigen Klimabedingungen des Ablagerungsraumes näher beschrieben.

2.1. Hydrographie

Die Japan See ist auf einer Länge von 750 km und einer Breite von 180 km zwischen dem Ostrand des asiatischen Kontinentes und dem japanischen Inselbogen gelegen (Abb. 1; Matoba, 1984). Zwischen 35° und 50° nördlicher Breite ist das "Back-Arc"-Becken durch die koreanische Halbinsel nach Süden und die russische Insel Sachalin nach Norden abgegrenzt. Das Becken steht über relativ schmale und flache Meeresstraßen mit angrenzenden Randmeeren (Süden: Gelbes Meer; Norden: Ochotskisches Meer) bzw. dem offenen Pazifik in Verbindung, wobei der Wasseraustausch auf Oberflächenwasserströme eingeschränkt bleibt (Abb. 2 a). Ein Strömungsast des im Nordwestpazifik dominanten Kuroshio-Stromes fließt von Süden mit warmem, hochsalinem Wasser als Tsushima-Strom über die 140 m tiefe Tsushima-Straße in die Japan See ein. Kaltes, nährstoffreiches Wasser gelangt mit dem Liman-Strom von Norden durch die Tartar-Straße (12 m) in die Japan See. Der Wasserausstrom erfolgt durch die Soya-Straße (55 m) und die Tsugaru-Straße (130 m) im Osten. In der nördlichen Japan See führt winterliche Abkühlung und nachfolgendes Absinken von Oberflächenwasser zu einer intensiven thermohalinen Zirkulation (Abb. 2 b), die zu einer sehr guten Durchlüftung der durch zahlreiche tektonische Rücken gegliederten einzelnen Becken führt (Ingle Jr., 1992; s. S. 6, Kap. 2.2.).

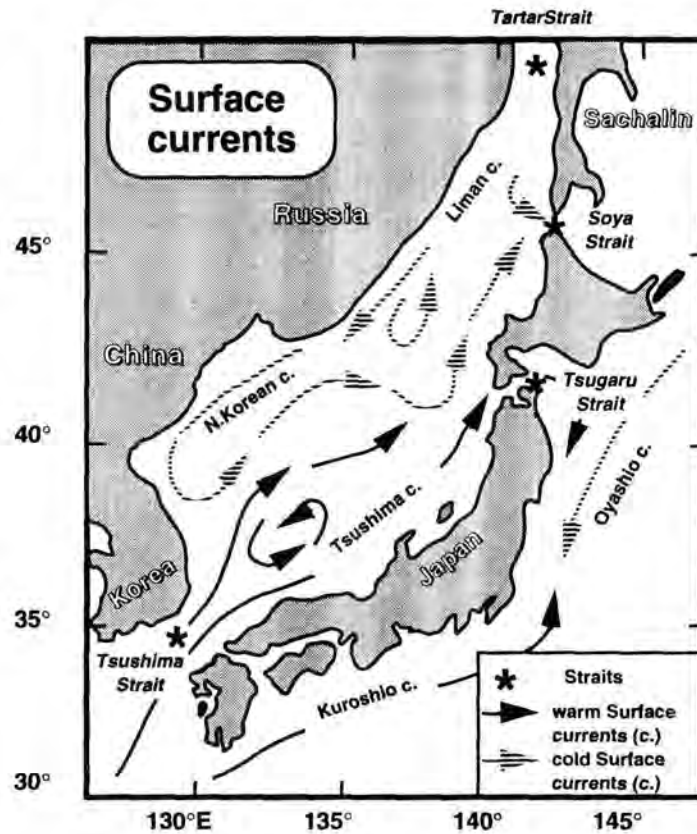


Abb. 2 a: Oberflächenwasserströmung (surface currents) und Meeresstraßen (straits) in der Japan See (nach Ingle et al., 1990).

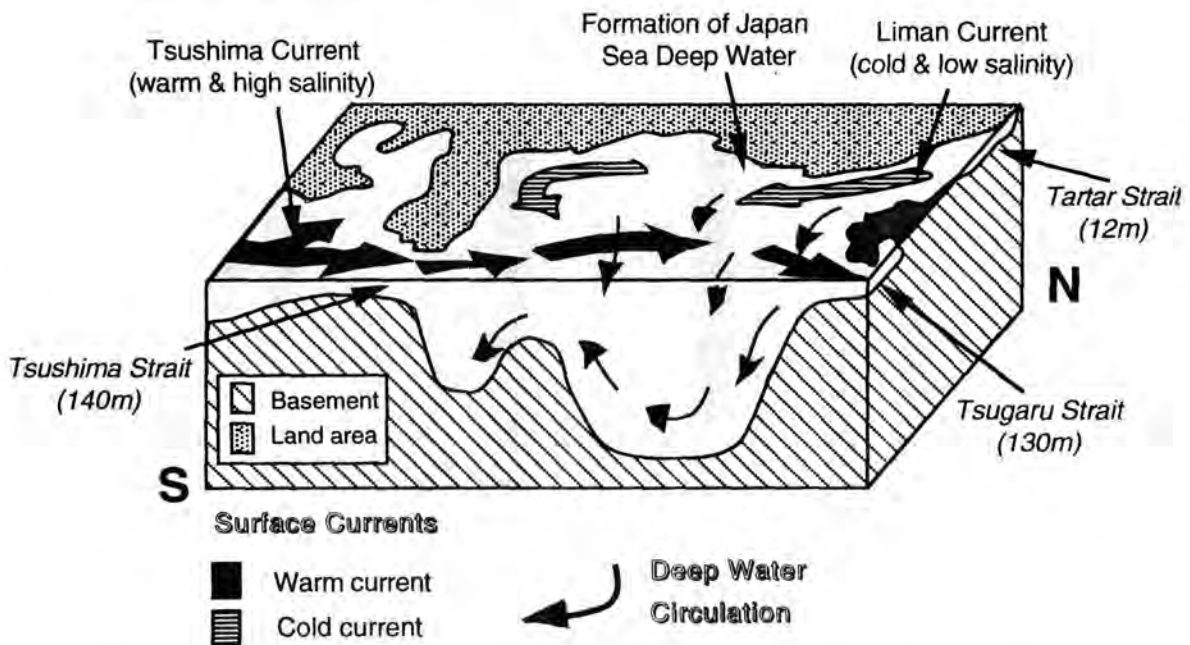


Abb. 2 b: Schematische Darstellung des vertikalen Strömungsmusters in der Japan See (nach Ingle et al., 1990).

2.2. Tektonische Entwicklung

Die Genese der Japan See steht in engem Zusammenhang mit der Entstehung des japanischen Inselbogens. An einem aktiven Kontinentalrand werden heute die pazifische und die philippinische Lithosphärenplatte mit 10 cm/Jahr in nordwestliche bzw. mit 4 cm/Jahr in nordnordwestliche Richtung unter den eurasischen Kontinent subduziert. Diese Plattengrenzen sind seit etwa 15 Ma geographisch stabil. Zuvor wurde an dieser Position nur die pazifische Platte in westliche Richtung unter Asien subduziert. Dies initiierte wahrscheinlich die Inselbogenentwicklung (Jolivet & Tamaki, 1992); die philippinische Plattengrenze lag zu dieser Zeit deutlich weiter im Süden. Die vulkanische Front liegt seit circa 12 Ma an der gleichen Position unter dem Inselbogen (Jolivet & Tamaki, 1992).

Die tektonische Entwicklung des japanischen Inselbogensystems und seines "Back-Arc"-Bereiches läßt sich in zwei Phasen gliedern: Von ca. 32 bis 10 Ma dominieren weitgehend divergente Tektonik und Subsidenzbewegungen (Ingle Jr., 1992; Tamaki et al., 1992). Dabei herrscht im Südwesten der Japan See die Ausbildung von Krustendehnungsstrukturen vor, während im Norden verstärkt ozeanische Kruste an Spreizungsrücken gebildet wird (Abb. 3). Die ältesten magmatischen Gesteine aus der Zeit der juvenilen Japan See sind mit 28 bis 26 Ma vor heute datiert (Ingle Jr., 1992). Die vorwiegend divergente Tektonik führt im Verlauf dieser Entwicklungsphase zu einer Gliederung der Japan See in einzelne Teilbecken, die durch tektonisch entstandene Rücken voneinander getrennt sind. Bereits vor ca. 20 bis 18 Ma erreichen die einzelnen Becken nahezu ihre heutige Tiefe (z. T. > 3000 m; Ingle Jr., 1992). Die Unterlage der Sedimente setzt sich aus kontinentalen Bruchstücken, gedehnter kontinentaler sowie ozeanischer Kruste zusammen (Abb. 4). Nach Faunendaten (Tsuchi, 1990) sind die ältesten marinen Sedimente der Japan See auf 16 Ma (frühestes Mittel-Miozän) datiert.

Zu Beginn der jüngeren tektonischen Entwicklungsphase der Japan See vor 10 Ma wechselt das tektonische Streßfeld von Transtension (vorwiegend Dehnung) zu Kompression, wobei der Übergang von einer Phase geringer vulkanischer Aktivität begleitet wird (Jolivet & Tamaki, 1992). Das Einsetzen von Kompressionsbewegungen führt zur stärkeren Hebung des Inselbogens und weiterer Absenkung der Beckenbereiche (Jolivet & Tamaki, 1992). Dieser Wechsel zwischen Dehnung und Kompression vor 10 Ma korreliert mit einer verstärkten tektonischen Aktivität an der Nahtstelle zwischen Indien und Eurasien. Rotationsbewegungen des indischen Subkontinentes und Kontinent/Kontinent-Subduktion führen unter anderem zu einer stark ansteigenden Hebungsrate des Himalaya-Gebirges (Raymo et al., 1988) und zu einer markanten Änderung des tektonischen Regimes (siehe oben) am aktiven Kontinentalrand des Westpazifik.

Auch heute dauert diese jüngere tektonische Entwicklungsphase mit vorherrschender Kompressionsdeformation in der Japan See und Subduktion auf der pazifischen Seite vor den japanischen Inseln an. Eine direkte Auswirkung der Inselbogenentwicklung ist z.B. die starke Erdbebenetätigkeit in Japan.

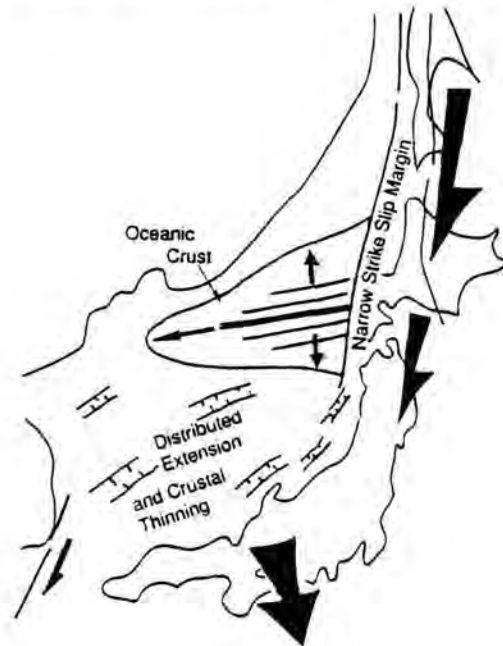


Abb. 3: Tektonische Auswirkungen der Inselbogenentwicklung in der Japan See: Entstehung ozeanischer Kruste im Norden und Krustendehnung im Süden (Jolivet & Tamaki, 1992). (Pfeile = Tektonische Bewegungsrichtungen)

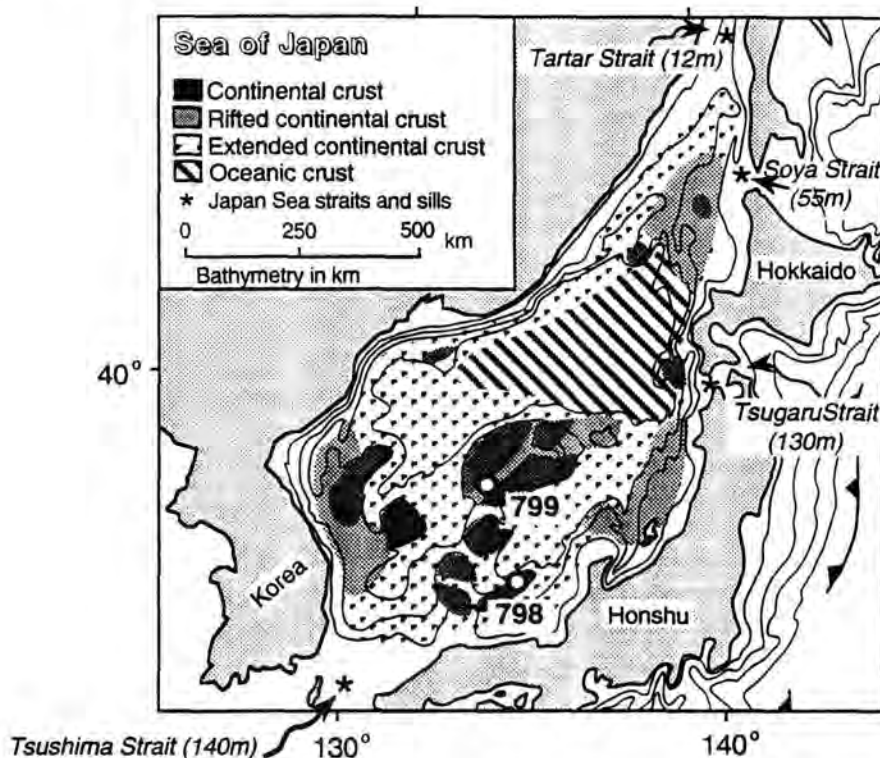


Abb. 4: Lithologische Struktureinheiten der Japan See (nach Ingle et al., 1990).

2.3. Sedimentliefergebiete und Transportprozesse

Ein wesentlicher Einfluß auf die terrigene Sedimentzufuhr im Ablagerungsraum ist vom asiatischen Festland und daneben auch von den japanischen Inseln zu erwarten. Dabei bestimmen sowohl klimatische als auch tektonische Prozesse über Menge, Zusammensetzung und Transportmechanismen des Terrigenmaterials.

Eine der bedeutendsten Quellen für siliziklastisches Material in den Sedimenten der Japan See sind die ariden Klimazonen Nord- und Nordwest-Chinas, die Wüste Gobi, das Gebiet der Mongolei sowie die ausgedehnten Lößgebiete Mittel- und Ost-Chinas (Abb. 5 a). Dieser Teil des chinesischen Festlandes gehört zu den Regionen mit hoher Staubsturmaktivität (Abb. 5 b). Sie zeigen einen deutlichen räumlichen Zusammenhang mit der Verbreitung von ariden Wüstengebieten, rezenten bis subrezent kontinentalen Lößablagerungen (Abb. 5 c) und auch mit der lateralen Verbreitung des äolisch transportierten Sedimentanteils mariner Ablagerungen. (z. B. im Atlantik vor Nordwestafrika (Stein, 1984) und im Südwestpazifik, östlich von Australien (Thiede, 1979)). In den ariden Herkunftsgebieten der windtransportierten Sedimente führen geringe Niederschlagsmengen und spärliche Vegetationsbedeckung zu einem hohen Materialangebot für eine potentielle Staubaufnahme in die Atmosphäre.

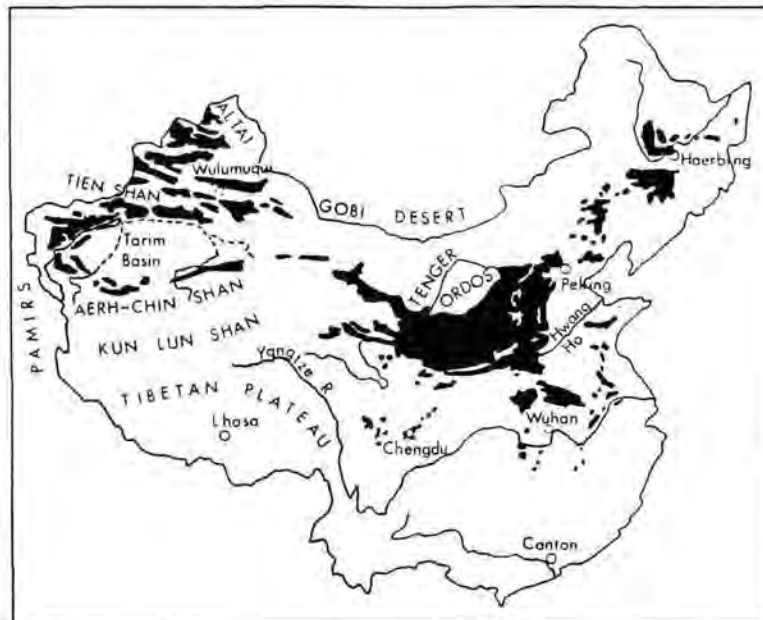


Abb. 5 a: Lößablagerungen in China (Pye, 1987).

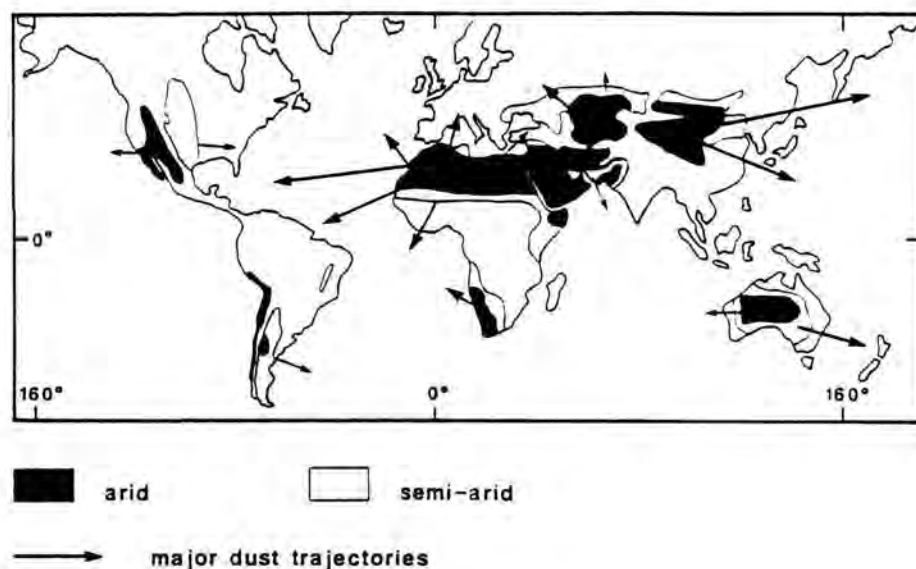


Abb. 5 b: Globale Verteilung der Gebiete mit hoher Staubsturmaktivität (Pye, 1987).

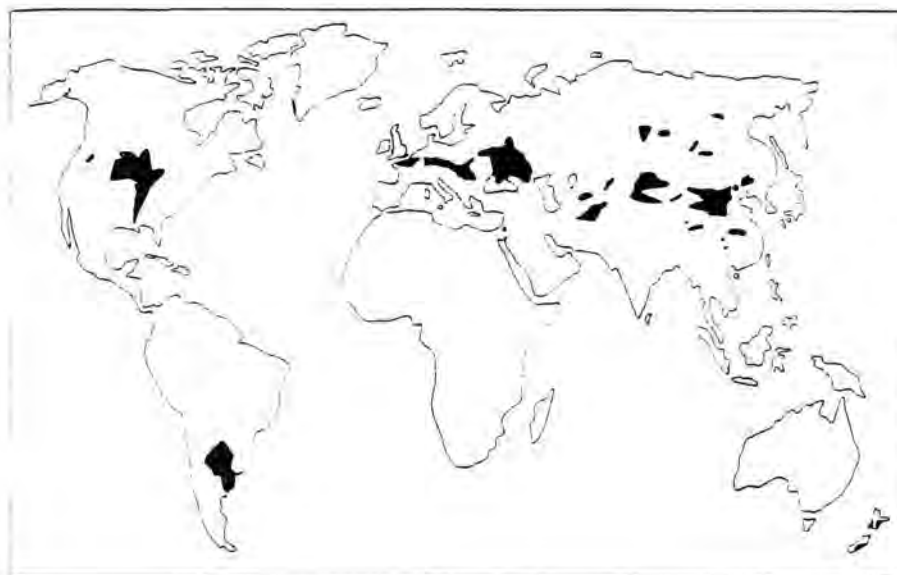


Abb. 5 c: Globale Verbreitung rezenter bis subrezenter Lößvorkommen (Pye, 1987).

Die rezenten Klimazonen Chinas sind in Abbildung 6 dargestellt. Im Nordwesten des Landes erstreckt sich ein breites arides Klimaband, das durch die Verbreitung ausgebreiteter Wüstenareale gekennzeichnet ist. Unter relativ kalten und ariden Klimabedingungen entstehen hier infolge von Frost- und Salzverwitterung bedeutende Mengen an Siltmaterial (Pye, 1987). Diese Verwitterungsprodukte stellen das

Ausgangsmaterial für die mächtigen Lößablagerungen in China dar, die von der quantitativ bedeutenden äolischen Transportkapazität zeugen. Die äolische Herkunft des Lößmaterials wurde bereits sehr früh anhand zahlreicher Indizien erkannt. Dies gilt beispielsweise für die in zunehmender Distanz vom Quellgebiet systematisch abnehmenden Korngrößen und die nicht geschichtete Ausbildung der Abfolgen (z. B. von Richthofen, 1882).

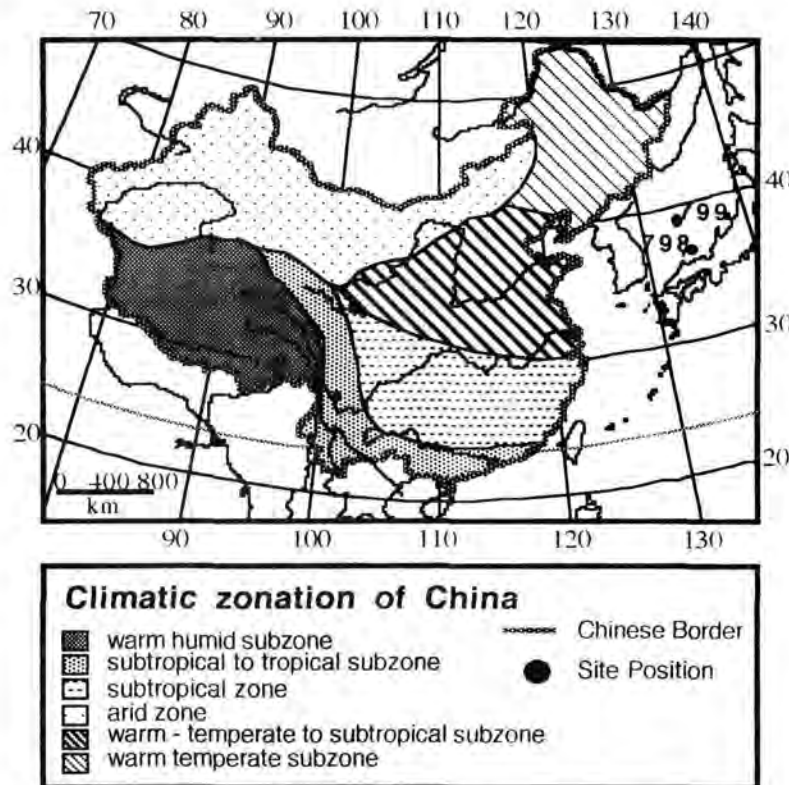


Abb. 6: Rezente Klimazonen in China (nach Wang, 1990).

Die Löß/Paläosol-Wechselfolgen bedecken eine Fläche von 440.000 km² (Liu, 1988) und liegen überwiegend in der gemäßigten (Nordosten) bis subtropischen (Osten) Klimazone Chinas (Wang, 1990). Mit Hilfe magnetostratigraphischer Methoden wird der Beginn der Lößablagerungen auf 2,4 bis 2,5 Ma vor heute datiert (Kukla, 1987; Liu, 1988). Die stratigraphische Einordnung der Lößprofile ermöglicht eine Korrelation mit Schwankungen der terrigenen Sedimentzufuhr in marinen Sedimentkernen des Pazifik. Dies bietet die Möglichkeit, zyklische Ablagerungen kontinentaler Sedimente in China in Zusammenhang mit globalen Klimaschwankungen zu stellen (Hamano et al., 1992; Hovan & Rea, 1991; Liu, 1988). Die ausgedehnten Lößgebiete stellen, ebenso wie deren Herkunftsgebiete, ein bedeutendes Erosionspotential dar. Da Südostchina unter dem Einfluß der Monsunzirkulation steht (vgl. Kap. 2.3.1.), kommt es über dem Lößplateau nur im Sommer zu bedeutenden Niederschlägen (Pye, 1987). In den sehr trockenen Jahreszeiten Frühjahr und Winter ziehen heftige

Staubstürme über den zum Teil noch gefrorenen, trockenen Lößboden und können so bedeutende Mengen an Staubmaterial aufnehmen (Pye, 1987).

Eine weitere Quelle für terrigenes Material sind die subaerischen Eruptionen der umliegenden Vulkane der japanischen Inseln und des angrenzenden Festlandes. Ihre vulkanoklastischen Produkte können in Abhängigkeit von lokalen Wetter- bzw. Windbedingungen unterschiedlich über den gesamten Ablagerungsraum verteilt werden (Machida & Ari, 1983; Poucelet & Scott, 1992). Von lokal begrenzter Bedeutung für die terrigene Sedimentzufuhr im Bereich der Bohrpositionen sind weiterhin kleinere Flüsse, die vom asiatischen Festland oder von den japanischen Inseln direkt in die Japan See münden. Der Hauptanteil des flußtransportierten Materials wird jedoch in unmittelbarer Nähe der Flußmündung am Kontaktbereich zum Meerwasser abgelagert (Aoki & Kohyama, 1992). Aus den Profilschnitten in Abbildung 11 (s. S. 18, Kap. 3) wird darüberhinaus deutlich, daß nur Bohrung 799 rezent (bei einer Wassertiefe von 2073 m) im direkten Einflußbereich von lateraler Sedimentzufuhr durch Trübeströme liegt. Von den angrenzenden morphologischen Erhebungen kann hier erodiertes Material in Form von Trübeströmen zur Bohrposition gelangen.

Die Zusammensetzung des terrigenen Sedimentanteils in der Japan See wird demnach von verschiedenen Zufuhrmechanismen gesteuert. Neben dem Einfluß fluviatilen Eintrages, ozeanischer Strömungen, der Sedimentzufuhr aus Trübeströmen sowie der regionalen Beeinflussung durch vulkanische Aktivität (Japan, vulkanische Inseln in der Japan See, Nordkorea) spielt äolischer Staubeintrag aus westlicher Richtung (aus den ariden Klimazonen Asiens) eine besonders wichtige Rolle. Ursache hierfür ist ein Zusammenspiel von vorherrschenden Windsystemen sowie dem von Klima- und Verwitterungsbedingungen im Liefergebiet abhängigen Materialangebot (s. o.).

2.3.1. Staubtransport und atmosphärische Zirkulation

Die Bedeutung äolischer Sedimentzufuhr durch lokalen, troposphärischen oder stratosphärischen Staubtransport über unterschiedliche Entfernungen bei unterschiedlicher Verweildauer des Materials in der Atmosphäre wird von zahlreichen Autoren beschrieben: z.B. **Nordostatlantik**: Lange, 1982; Sarnthein et al., 1981; Sarnthein et al., 1982; Stein, 1984; Stein, 1985; Stein, 1986; **Südwestpazifik**: Dersch & Stein, 1991; Stein, 1986a; Stein & Robert, 1985; Thiede, 1979; **Nordpazifik**: Janecek & Rea, 1983; Leinen & Heath, 1981; Pisiás & Leinen, 1984; Rea et al., 1985; **Indischer Ozean**: Sirocko et al., 1991. Die globale Bedeutung atmosphärischen Staubtransportes wird anhand der jährlich transportierten Gesamtmenge von $6 \cdot 10^7$ Tonnen Sedimentmaterials deutlich (Weaver, 1989). Dies resultiert in etwa 20 - 30 % des sedimentären Feinkornanteils der Tiefsee und kann damit einen maßgeblichen Beitrag zur pelagischen Sedimentbilanz leisten (Weaver, 1989). Anhand der Quarzverteilung in Oberflächensedimenten des Pazifik (Abb. 7) wird der Einfluß äolisch-transportierten

Materials besonders in den Breitenbereichen der Höhen-westwindzonen der nördlichen und südlichen Hemisphäre deutlich (Pye, 1987; Thiede, 1979), zu denen auch der Sedimentationsraum Japan See gehört.

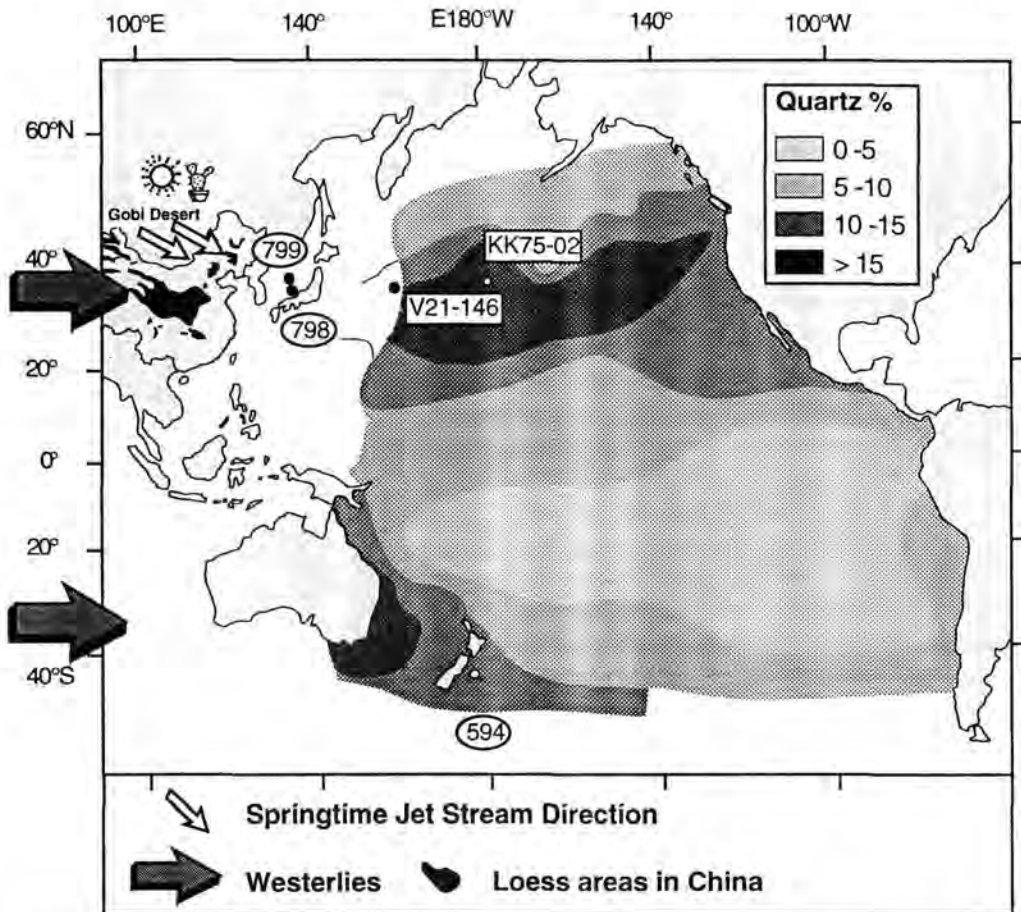


Abb. 7: Rezente Quarzverteilung in Oberflächensedimenten des Pazifik mit der Position der ODP-Bohrungen 798 und 799, DSDP-Kern 594 sowie der Kolbenlotkerne V21-146 und KK 75-02 (nach Thiede, 1979 und Windom, 1975, ergänzt).

Die Planetarische Westwindzone (Westerlies)

Das atmosphärische Zirkulationsmuster der mittleren nördlichen Breiten ($30^\circ - 50^\circ$) ist durch die planetarische Höhenwestwindzone charakterisiert (Weischet, 1979). Diese starke, isobarenparallele Strömungsrichtung innerhalb der höheren Troposphäre (500 mbar-Niveau) entsteht infolge des in dieser Breitenzone auftretenden größten meridionalen Druck- und Temperaturgefälles zwischen Pol und Äquator. Das Höhenströmungssystem entwickelt eine komplexe Eigendynamik, da die thermische Gradierung ab einer gewissen (Temperatur-) Differenz Austauschbewegungen fordert (Liljequist & Cehak, 1984). Es entstehen thermische Konvektionen mit Vertikalbewegungen, westwärts wandernden Zyklonal- und Antizyklonalsystemen und daraus resultierend, weitgehend unbeständige Wetterlagen. Eine weitere Folge der Austauschbestrebungen innerhalb der Westwindzone ist die Entstehung der sogenannten Strahlströme ("Jet Streams"; etwa in 12 km ü. NN), die durch hohe

Windgeschwindigkeiten gekennzeichnet sind (z. T. > 100 km/h; Abb. 8). An der Peripherie der Westwindzone entstehen in den Amplitudenschatten von mäandrierenden Bewegungen Wirbel ("Eddies"). In der Folge werden in Form von Zyklonen und Antizyklonen polare bzw. tropische Luftmassen herangeführt. Das resultierende hohe Druck- und Temperaturgefälle führt zur Ausbildung starker Höhenstrahlströme (Liljequist & Cihak, 1984).

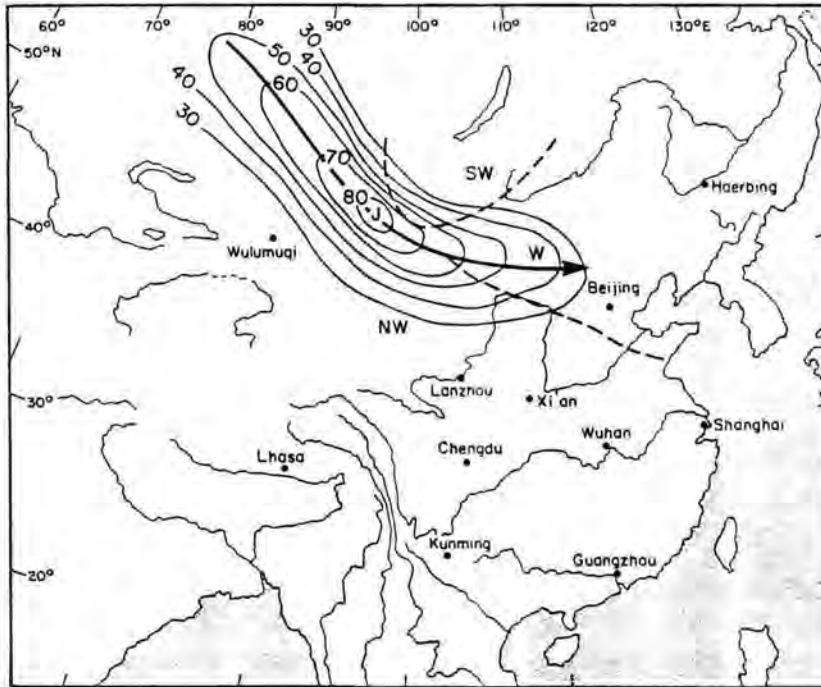


Abb. 8: Staubsturm über China am 17.04.1980. Dargestellt sind die Isotachen (Linien gleicher Geschwindigkeit im 300mbar Niveau in km/h) mit der Position der assoziierten Strahlstromachse (Pye, 1987).

Über dem östlichen asiatischen Kontinentalrand bis nach Japan ist innerhalb der beschriebenen Westwindzone, besonders im hier niederschlagsarmen Winter und Frühjahr, ein starker Höhenstrahlstrom mit hohen Windgeschwindigkeiten zu beobachten (Pye, 1987). Er bildet sich hier in Zusammenhang mit einem stabilen Hochdruckgebiet (sibirisches Winterhoch) aus. Dieses lokale Muster atmosphärischer Zirkulation ist einer der wichtigsten Faktoren, welcher zur Aufnahme von Terrigenmaterial bis in hohe Atmosphärenschichten führen kann. Hinzu kommt das große Angebot an äolisch transportierbarem Material im Einflußbereich der Westwinde aus den ariden Klimazonen Nord- und Nordwestchinas, der Wüste Gobi, der Mongolei sowie den ausgedehnten Lößgebieten in Mittel- und Ostchina. Entlang turbulenter Frontensysteme kann über den ausgetrockneten Böden Staubmaterial bis in die Zone der Westwinde aufgenommen werden. Das Material wird ostwärts über die Japan See hinaus bis in das pazifische Becken hinein transportiert (Hovan et al., 1989; vgl. Abb. 7). Über den japanischen Inseln sind die Auswirkungen der

Westwindströmung in Form von heftigen Staubstürmen (japanisch: "Kosa"= gelber Staub; Pye, 1987) besonders im Frühjahr häufig zu beobachten.

Die lokale atmosphärische Zirkulation wird des weiteren auch von den jahreszeitlich wechselnden Monsunwinden über Süd- und Südostchina beeinflusst, die im Sommer S-N-gerichtet sind und im Winter in N-S-Richtung verlaufen. Paläoklimatische Untersuchungen deuten darauf hin, daß sich während Glazialzeiten infolge einer Abschwächung der Sommermonsune die tropischen Gebiete äquatorwärts zurückzogen und sich damit aride Klimaverhältnisse ausbreiten konnten (Porter et al., 1992).

Atmosphärische Staubbzufuhr aus östlicher Richtung kann aufgrund der globalen und lokalen Zirkulationsmuster für die Sedimentation in der Japan See quantitativ nicht von Bedeutung sein. Dennoch sind die in den Sedimenten der beiden Bohrungen 798 und 799 enthaltene Aschelagen Zeugen der vulkanischen Aktivität des japanischen Inselbogens (Ingle et al., 1990; Abb. 9). Meist handelt es sich um Ablagerungen subaerischer Eruptionen, deren Zentren bis in eine Entfernung von 500 km zurückzuverfolgen sind (Poucelet & Scott, 1992). Diese vulkanoklastischen Lagen innerhalb von Sedimentabfolgen repräsentieren zeitlich eng begrenzte Ausbruchereignisse mit zum Teil weitreichenden Staubfahnen. Sie bieten die Möglichkeit, Sedimente unterschiedlicher Ablagerungsräume zu datieren und lateral zu korrelieren (Machida & Ari, 1983).



Abb. 9: Vulkanische Aktivität in der Umgebung der Japan See (Ingle et al., 1990)
1=Transversalstörung; 2= Störung; 3= Kalk - Alkali - Vulkanismus; 4= Alkali - Vulkanismus.

2.3.2. Fluviale Sedimentzufuhr

Von lokaler Bedeutung für den fluvialen Sedimenteintrag in die Japan See können die kleineren Flüsse des asiatischen Festlandes, Koreas sowie der japanischen Inseln sein, die direkt in die Japan See münden (Abb. 10). Deren lokal abgrenzbare Sedimentfahnen werden am Beispiel der Tonmineralverteilung in Oberflächensedimenten der Japan See deutlich (Aoki & Kohyama, 1992; vgl. S. 73, Kap. 7). Der Hauptanteil der Feinfraktion flockt aufgrund von Temperatur-, Salinitäts- und pH-Wert-Änderungen bereits im Kontaktbereich zwischen Süß- und Salzwasser aus und wird dort abgelagert (Weaver, 1989). Strömungen können jedoch bei ausreichender Intensität einen Teil des Materials in Suspension halten bzw. wieder in Suspension bringen und weitertransportieren. Für den großen chinesischen Fluß Huang He wurde berechnet, daß 76 % der gesamten Flußfracht bereits auf den Alluvialflächen und im Deltabereich abgelagert werden. Lediglich 24 % der Flußfracht gelangen in den Ozean (Milliman & Meade, 1983).

Der "Gelbe Fluß" Huang He drainiert einen Großteil der Lößgebiete Chinas und führt zeitweise mehr als 40 Gew. % Sediment in Suspension (Weaver, 1989; vgl. Tab. 1). Untersuchungen seines Flußlaufes zeigen, daß dieser in jüngerer Zeit häufig seine Flußmündung lateral verlagerte (Marabini et al., 1992). Es gibt Hinweise darauf, daß bei (glazialzeitlichen) Meeresspiegelniedrigständen eine Rinne des Huang He über das durchweg flache Gelbe Meer (Schelftiefen ≤ 200 m) bis in die Japan See existiert hat (Keigwin et al., 1992). Neben dem Huang He mündet ein weiterer bedeutender Fluß Chinas, der Yangtze Kiang, in das Gelbe Meer (Abb. 10). Zusammen transportieren die beiden Flüsse circa 20 % der globalen fluvialen Sedimentfracht (SCOPE/UNEP, 1983). Der Yangtze Kiang entspringt im Himalaya-Gebirge und durchfließt hauptsächlich tropische, niederschlagsreiche Landschaften. Nahe der 12 m flachen Tartar-Straße am Nordrand der Japan See mündet der russische Fluß Amur, dessen mächtiges Einzugsgebiet bis in die Mongolei und Mandschurei hineinreicht und der sedimentäre Ablagerungen des Permokarbons, der Trias (Kalke, Sandsteine, Schiefer) sowie Kreidevulkanite durchfließt.

Tabelle 1 bietet einen quantitativen Vergleich von Drainagefläche, Gesamtabflußmenge und Sedimentgehalt einiger Flüsse, die für eine Sedimentzufuhr in die Japan See in Frage kommen.

Tab. 1: Vergleich von Drainagefläche, Gesamtabflußmenge und Sedimentfracht ausgesuchter chinesischer, russischer und koreanischer Flüsse
 (* = Milliman & Meade, 1983; ** = Chough & Kim, 1981).

| | Drainagefläche *10 ³ km ² | Gesamtabflußmenge km ³ /Jahr | Sedimentfracht 10 ⁶ t/Jahr |
|-------------------|--|--|--|
| *Huang He (China) | 77 | 49 | 1080 |
| *Yangtze (China) | 194 | 900 | 478 |
| *Amur (Rußland) | 185 | 325 | 52 |
| **Han (Korea) | 26 | 19 | - |
| **Keum (Korea) | 9,9 | 7 | 5,6 |

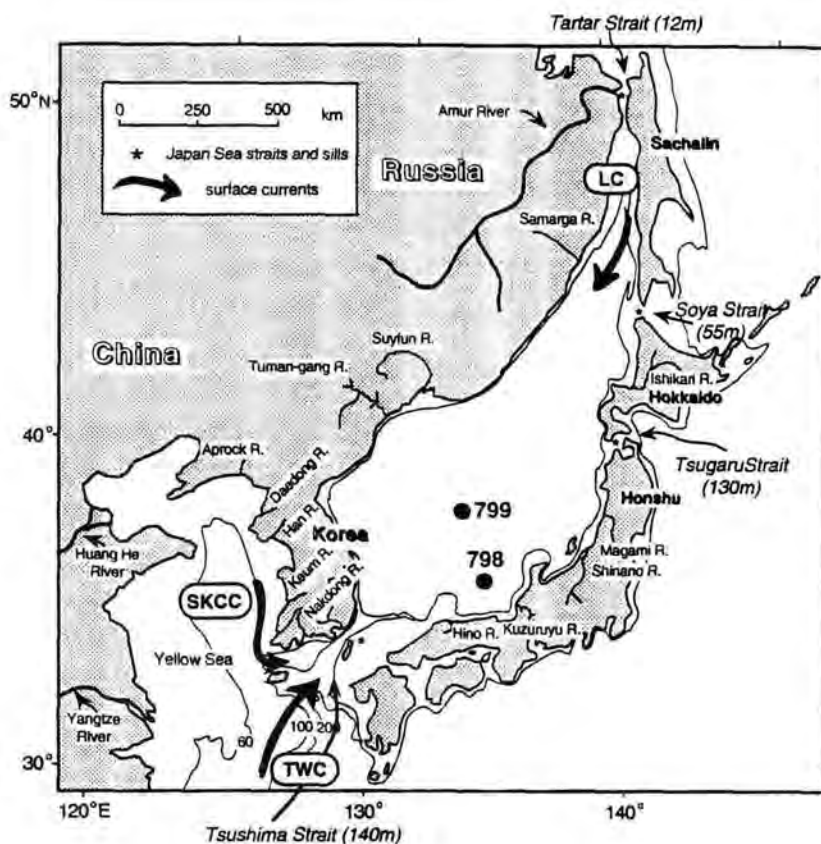


Abb. 10: Flußsysteme in der Umgebung der Japan See (SKCC = Südkoreanischer Küstenstrom; TWC = Tsushima-Oberflächenwasserstrom; LC = Liman-Strom).

2.3.3. Ozeanische Strömungen

Für eine potentielle Sedimentzufuhr durch ozeanische Strömungen kommen in erster Linie der Tsushima-Strom (TWC) und der südkoreanische Küstenstrom (SKCC) in Betracht (vgl. Abb. 10). Im flachen Gelben Meer herrscht infolge starker Tidenströme und der Einwirkung der Monsunwinde eine hohe Resuspendierungsrate von bereits abgelagerten Sedimenten (Lee et al., 1988). Über die beiden erwähnten Oberflächenwasserströmungen kann dieses Material durch die Tsushima-Straße in die Japan See gelangen. Von Norden ist eine Zufuhr von Flußsedimenten des russischen Flusses Amur mit dem kalten Liman Oberflächenwasserstrom (LC) denkbar. Die potentielle Sedimentzufuhr über ozeanische Strömungen bleibt aufgrund der flachen Meeresstraßen der Japan See auf Oberflächenwasserströmungen eingeschränkt. Ein Beitrag aus suspensionsführenden Tiefenwasserschichten ("nepheloid layer") bzw. Bodenströmungen (z.B. Konturite) zur Sedimentbilanz ist daher unwahrscheinlich.

2.3.4. Gravitative Sedimentzufuhr durch Trübeströme

Die Tektogenese der Japan See geht mit markanten geomorphologischen Veränderungen einher. Als Folge tektonischer Reliefbildung kann es zu vertikalen Massenverlagerungen durch Trübeströme vom Schelf oder von tektonischen Rücken bis in Beckenbereiche und tektonische Depressionen kommen. Trübeströme können z.B. durch Erdbeben ausgelöst werden. Weiterhin können Meeresspiegelabsenkungen fluviatilen Sedimenttransport bis an die Schelfkante zur Folge haben und damit ebenso die Voraussetzung für laterale Sedimentzufuhr durch Trübeströme bis in tiefere Beckenbereiche schaffen. Die Wahrscheinlichkeit für die beiden genannten Initialprozesse ist in der Japan See besonders hoch. Zahlreiche gradierte Turbiditlagen der Beckenbohrung 799 zeugen von diesem Transportprozeß (Ingle et al., 1990). Bohrung 798 wird nur im untersten Sedimentabschnitt von allochthoner Sedimentzufuhr durch Trübeströme beeinflußt (Ingle et al., 1990; vgl. Abb. 12).

3. Bohrpositionen und lithologische Beschreibung der Sedimente

Die beiden Bohrungen 798 und 799 mit Gesamtkernstrecken von 517,9 m bzw. 1084 m wurden mittels "Hydraulic Piston Corer" (HPC) und "Extended Core Barrel" (XBT) gewonnen (Ingle et al., 1990). Aus technischen Gründen sind lange Tiefseebohrungen im "Ocean Drilling Program" meist in mehrere Teilabschnitte mit jeweils neuem Bohransatz an der gleichen Lokation unterteilt. Sie werden anschließend tiefenkorreliert (vgl. Ingle et al., 1990). In der vorliegenden Arbeit wurden darüberhinaus alle Probertiefen gegen Kerngewinn bzw. Gasausdehnung korrigiert.

Bohrung 798 ist in drei Teilbohrungen abgeteuft worden, so daß die bearbeiteten Kernproben den Bohrungen A, B und C entnommen wurden (Tab. 2). Die

Interpretation der Daten von Bohrung 798 basiert weiterhin auf einer korrelierten Tiefenzuordnung der Kernproben nach Dunbar et al. (1992; vgl. Abb. 12). Die Probentiefen der Teilbohrungen 798A und 798B wurden dazu auf die Sedimentoberfläche von 798C normiert (Proben der Bohrung 798A durch Addition von 3,20 m; Proben der Bohrung 798B durch Subtraktion von 0,80 m).

Die Untersuchungen an Bohrung 799 fanden ausschließlich an Proben der Teilbohrung A bis in eine Bohrtiefe von 466 m statt (Tab. 2).

Tab. 2: Bohrlokationen

| Bohrung | Position | Wassertiefe (m) |
|--------------------|--------------------------|-----------------|
| Bohrung 798 | | |
| 798A | 37°03.832'N/134°79.976'E | 903,1 |
| 798B | 37°03.848'N/134°79.961'E | 900,0 |
| 798C | 37°03.846'N/134°79.910'E | 900,1 |
| Bohrung 799 | | |
| 799A | 39°22.046'N/133°86.685'E | 2073,0 |

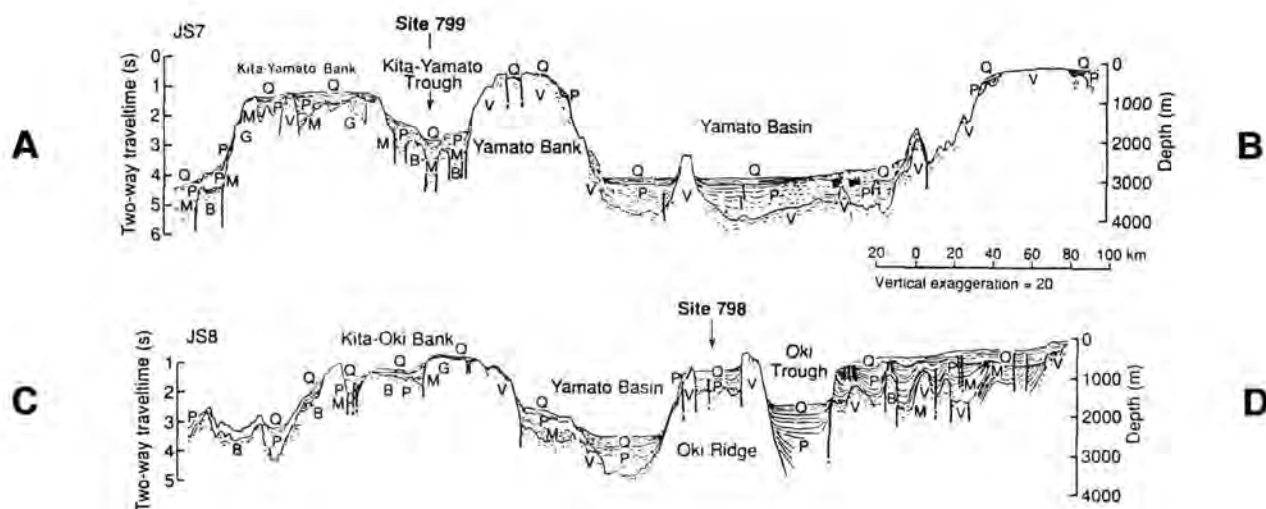


Abb. 11: Seismische Profilschnitte (mit Interpretation, Ingle et al., 1990) (Profillinien auf Abbildung 1). G=Granit, V=vulkanisches Gestein, B= unbekanntes Grundgebirge, M=miozäne Sedimente, P=pliozäne Sedimente, Q=quartäre Sedimente.

3.1. Bohrung 798

Bohrung 798 wurde auf dem Oki Rücken abgeteuft. Dieser morphologische Rücken ist eine küstenferne, isolierte Struktur im südöstlichen Teil der Japan See und befindet sich etwa 160 km vor der Westküste der japanischen Insel Honshu (Abb. 11; vgl. Abb. 1). Auf einem Unterlager aus kontinentaler Kruste sind hier Sedimente abgelagert, die abgesehen vom liegenden Kernabschnitt (s. u.), weitgehend unbeeinflusst von direkter gravitativer Sedimentzufuhr durch Trübestrome bleiben. Die rezente Sedimentoberfläche liegt in einer Wassertiefe von 903,1 m, oberhalb der lokalen Kalzit-Kompensationstiefe (CCD; rezent bei 1500 m Wassertiefe; Ingle et al., 1990).

Die Sedimente von Bohrung 798 lassen sich in drei lithologische Einheiten unterteilen (Abb. 12):

- Die liegende Einheit III (517,9 bis 455 m; 5 bis 4,3 Ma) besteht vorwiegend aus silikatischem Tonstein mit unterschiedlichen Gehalten an gerundeten Quarzkörnern und Glaukonitsanden sowie rhythmischen Wechseln von dunklen, laminierten und hellen, bioturbaten Abschnitten (Abb. 12).
- Die zweite lithologische Einheit von 455 bis 220 m (4,3 bis 1,9 Ma) besteht aus diatomeenhaltigem Ton im Wechsel mit Diatomeenschlamm und siltigem Ton. Die diagenetische Opal A / Opal CT - Grenze liegt bei 455 m, am Übergang zu Einheit II.
- Die lithologische Einheit I (220 bis 0 m; oberstes Pliozän bis rezent) ist aus Ton, siltigem Ton und diatomeenhaltigem Ton mit zwischengelagerten karbonatreichen Lagen aufgebaut. In diesem Abschnitt treten ausgeprägte rhythmische Wechsel zwischen dunklen, laminierten Lagen mit einem hohen Anteil organischer Substanz und hellen, homogenen bis bioturbaten, karbonatreichen Lagen auf (Hell/Dunkel-Zyklen; s.u.). Die Einheit ist reich an Foraminiferen und kalkigem Nannoplankton.

Die in der Einleitung (Kap. 1) bereits erwähnten detaillierten Untersuchungen der zyklischen Variationen in der Sedimentzusammensetzung wurden in zwei verschiedenen Abschnitten der lithologischen Einheit I von Teilbohrung 798B vorgenommen.

(I) Anhand von Bohrlochmessungen konnten zyklische Änderungen der sedimentphysikalischen Parameter aufgezeigt werden, die nach DeMenocal et al. (1992) in einem ursächlichen Zusammenhang mit Änderungen der Sedimentzusammensetzung stehen (Abb. 13). Anhand dieser Daten wurde ein Abschnitt von Teilbohrung 798B (113 bis 143 m) ausgewählt und in lückenlos aufeinanderfolgenden Mischproben über jeweils 25 cm beprobt (die 25 cm der Mischproben entsprechen der Auflösung der Bohrlochmessungen; DeMenocal et al., 1992). Diese Proben, die von Peter DeMenocal (Lamont) zur Verfügung gestellt wurden, werden im folgenden als "Segmentproben" bezeichnet.

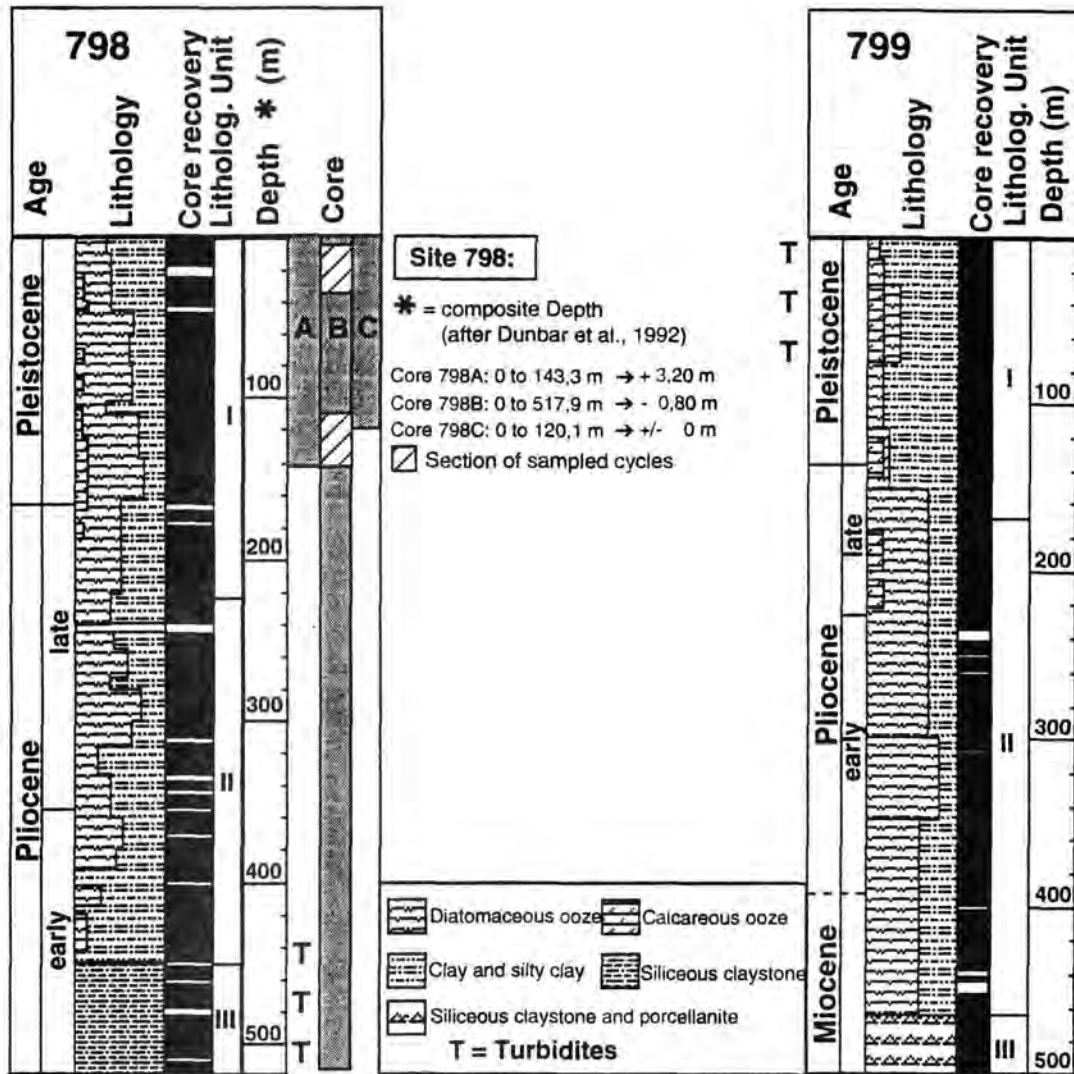


Abb. 12: Lithologischer Aufbau der untersuchten Sedimentkerne (nach Ingle et al., 1990).

(II) Die zweite Detailbeprobung erfolgte im Abschnitt von 3 bis 35 m an der gleichen Teilbohrung (798B) und hatte die nähere Untersuchung der Zusammensetzung der makroskopisch auffälligen Hell/Dunkel-Zyklen zum Ziel (Abb. 14). Dazu wurde in der Regel innerhalb eines solchen Hell/Dunkel-Zyklus jeweils eine Probe aus dem dunklen (Dark) und hellen (Light) Bereich sowie eine weitere im Übergang zwischen beiden (Transition) entnommen. Darüberhinaus erfolgte die Beprobung auch in zwischengelagerten Abschnitten ohne visuell deutlich abgrenzbare Zyklen (no individual cycle) (Abb. 15).

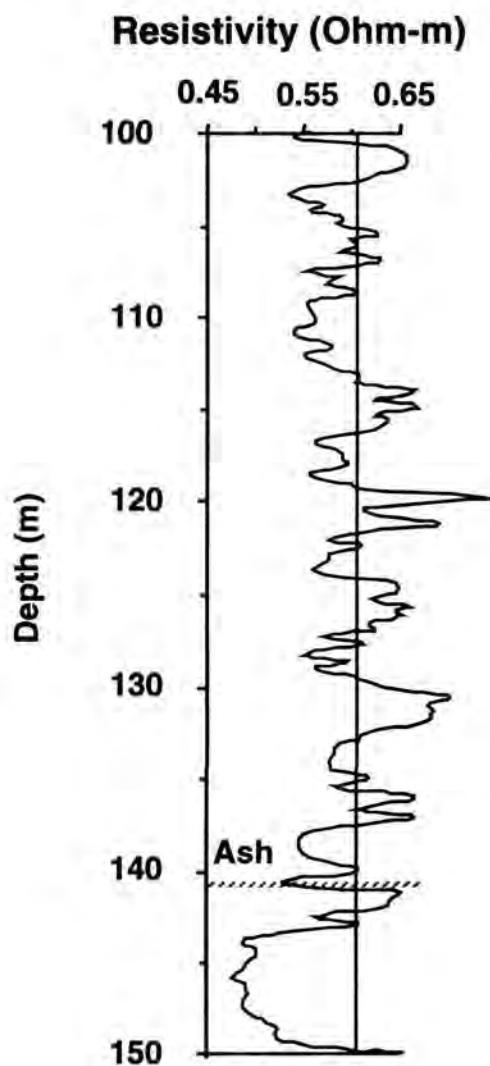


Abb. 13: Zyklischer Sedimentaufbau am Beispiel von Widerstandsmessungen (Resistivity) im Kernabschnitt 100 bis 150 m der Teilbohrung 798B (Ash = Aschelage; DeMenocal et al., 1992).

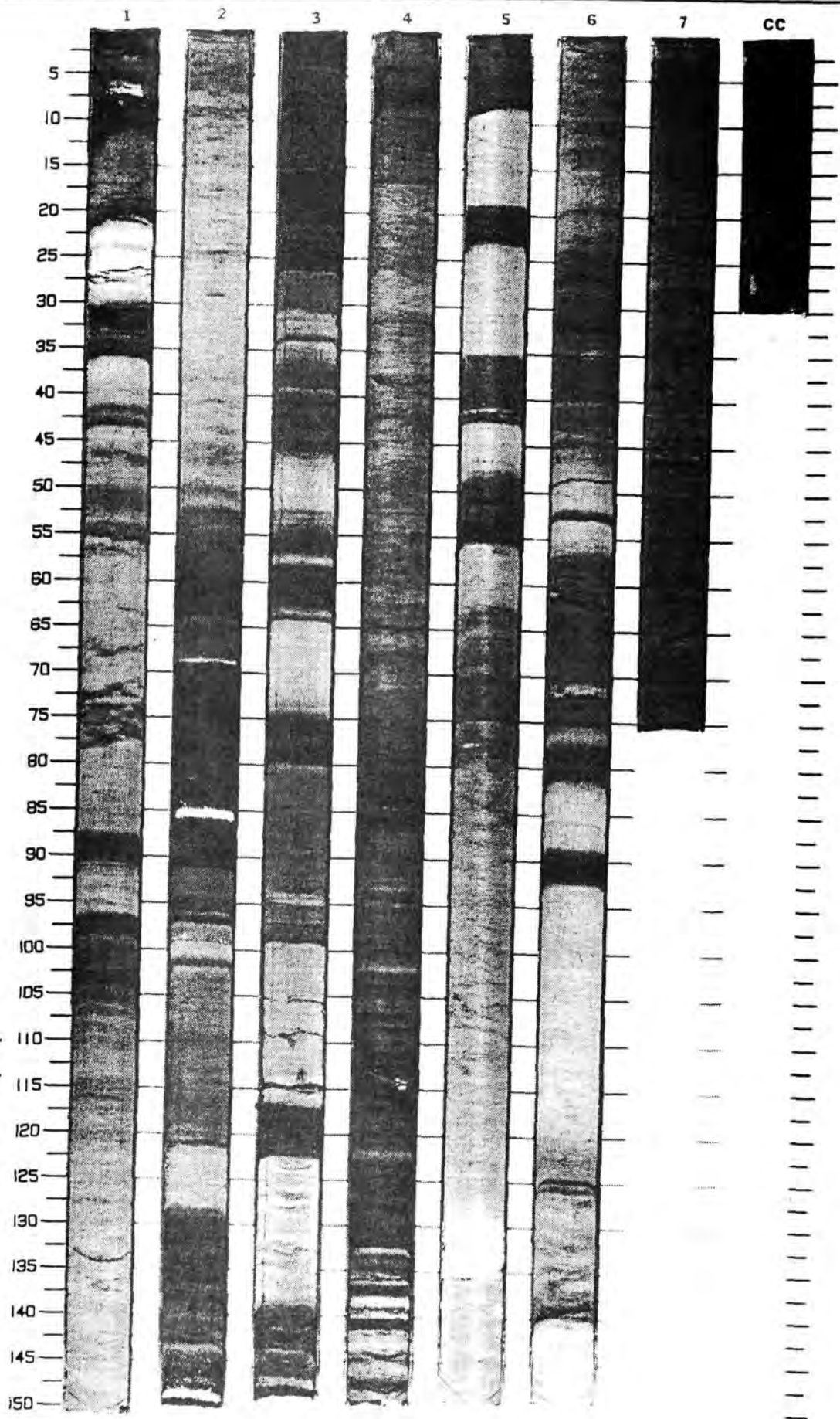


Abb. 14: Photo eines Abschnittes mit Hell/Dunkel-Zyklen in Teilbohrung 798A (Kernsektion 11).

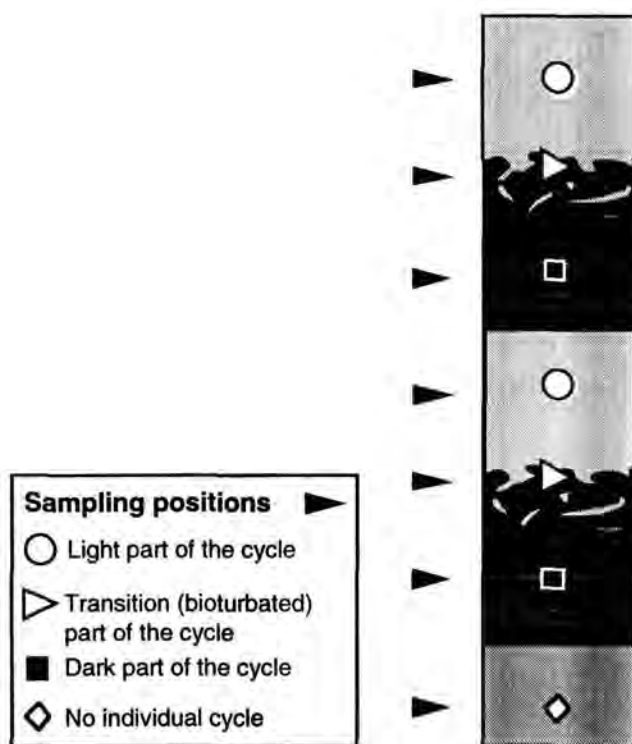


Abb. 15: Probennahme in den Hell/Dunkel-Zyklen von Bohrung 798B (im Ergebnis- und Diskussionskapitel (6 und 8) werden die gleichen Symbole für die makroskopisch unterschiedlichen Zyklusbereiche verwendet).

3.2. Bohrung 799

Bohrung 799 wurde im Kita Yamato Trog in einer Wassertiefe von 2073 m abgeteuft. Der Trog stellt eine morphologische Depression innerhalb der Kita-Yamato-Erhebung dar, die aus gedehnter kontinentaler Kruste besteht (Ingle Jr., 1992; vgl. Abb. 11). Der Einfluß lateraler Sedimentzufuhr kommt, inhomogen über den gesamten untersuchten Kernabschnitt verteilt, im Auftreten von gradierten distalen Turbiditlagen zum Ausdruck (Ingle et al., 1990; Abb. 12).

Der untersuchte Abschnitt von Bohrung 799 (799A; 0 bis 466 m) ist ebenfalls in drei lithologische Einheiten zu gliedern:

- Einheit III (466 bis 460 m; 6,7 bis 6,6 Ma) besteht aus silikatischem Tonstein mit Lagen von Porzellanit und authigenen Karbonaten.
- Einheit II (460 bis 170 m; 6,6 bis 2,4 Ma) ist aus einem homogenen Diatomeenschlamm aufgebaut, der einzelne Dolomitlagen und -konkretionen enthält. In 410 m Kerntiefe liegt hier die Opal A / Opal CT - Grenze.
- Einheit I (170 bis 0 m; 2,4 Ma bis rezent) wird von Diatomeenschlamm, diatomeenhaltigem Ton, Ton und siltigem Ton aufgebaut. Darin enthalten sind karbonatische und silikatische Sande. Makroskopisch erkennbare, rhythmische Wechsel von dunklen, laminierten und massiven oder bioturbaten, hellen Intervallen sind hier typisch.

4. Stratigraphie und Sedimentbilanz

Als Grundlage zur Quantifizierung der Sedimentzufuhr sowie deren zeitlicher Einordnung dient die vorhandene Stratigraphie der beiden untersuchten Sedimentkerne nach Ingle et al. (1990) und Dunbar et al. (1992) (s. Kap. 4.1. und Kap. 4.2.).

Für die Tiefenabschnitte zwischen den stratigraphischen Fixpunkten wurden lineare Sedimentationsraten (LSR) ermittelt (Tab. 3 und Tab. 4), die ein Maß für eine pro Zeiteinheit abgelagerte Sedimentmenge darstellen (in cm/1000 Jahre (cm/ky)).

4.1. Bohrung 798

Von Bohrung 798 wurden Sedimentproben der Teilbohrungen A, B und C untersucht (Abb. 16). Die Sedimente der unterschiedlichen Teilbohrungen sind nach Dunbar et al. (1992) auf der Basis der paläomagnetischen Ergebnisse korreliert und auf Teilbohrung 798C normiert. Die Tiefenzuordnung basiert daher auf einer zusammengesetzten Tiefenskala ("composite depth"; Dunbar, et al., 1992; Abb. 16; vgl. Abb. 12). Alle folgenden Tabellen und Abbildungen der Bohrung beziehen sich, falls keine abweichenden Angaben gemacht werden, auf diese Tiefenskala. Die Stratigraphie von Bohrung 798 basiert auf paläomagnetischen Daten (Hamano et al., 1992) sowie Isotopen - und Biostratigraphie (Dunbar et al., 1992; Tab. 3). Nach Burckle (1992) sind die ältesten Sedimente in das unterste Pliozän zu stellen (5 Ma; möglicherweise ist die Basis der Bohrung mit 6 Millionen Jahren sogar miozänen Alters (Burckle, 1992)). Daraus errechnet sich für die gesamte Bohrung eine mittlere Sedimentationsrate von 10 cm/ky. Während des unteren Pliozäns wurde mit < 9 cm/ky vergleichsweise wenig Sediment abgelagert. Ein deutlicher Anstieg der Sedimentationsrate auf 14 cm/ky ist vor 2,4 Millionen Jahren zu verzeichnen (294 m Kerntiefe). Die obersten 100 m des Pleistozäns haben die stratigraphisch höchste Auflösung und zeigen die markantesten Fluktuationen und Amplituden in den Akkumulationsraten (Tab. 3).

Tab. 3: Stratigraphische Grundlagen für Bohrung 798 (* = Isotopenstadium; ** = paläomagnetische Datierung; LAD = letztes Vorkommen der angegebenen Spezies; ky = 1000 Jahre; *** = Mindestalter nach Burckle (1992); AR = Akkumulationsrate).

| 798 | Stratigraphische Grenzen | Tiefe (m) | Alter (Ma) | Sed.Rate (cm/ky) | Ges.AR (g/cm ² /ky) |
|-----|------------------------------|--------------|---------------|---------------------|-----------------------------------|
| | | 0,00 | 0,000 | | |
| | Stadium 2 (Max.)* | 3,02 | 0,018 | 16,77 | 9,37 |
| | ¹⁴ C-Alter (Holz) | 6,56 | 0,042 | 14,75 | 9,52 |
| | Stadium 4* | 9,50 | 0,065 | 12,78 | 8,12 |
| | Stadium 6/7* | 28,00 | 0,186 | 15,29 | 11,29 |
| | Stadium 7/8* | 33,00 | 0,245 | 8,47 | 7,30 |
| | LAD <i>R. curvirostris</i> | 38,00 | 0,276 | 16,13 | 13,25 |
| | Stadium 11* | 48,50 | 0,423 | 7,14 | 5,76 |
| | Stadium 16* | 68,00 | 0,659 | 8,26 | 6,63 |
| | Brunhes/Matuyama** | 80,50 | 0,730 | 17,61 | 14,74 |
| | Obergrenze Jaramillo** | 91,00 | 0,910 | 5,83 | 4,28 |
| | Basis Jaramillo** | 100,00 | 0,980 | 12,86 | 9,78 |
| | LAD <i>H. selli</i> | 123,10 | 1,200 | 10,50 | 8,55 |
| | Obergrenze Olduvai** | 189,20 | 1,660 | 14,37 | 10,16 |
| | Basis Olduvai** | 211,10 | 1,880 | 9,95 | 7,11 |
| | Matuyama/Gauss** | 294,20 | 2,470 | 14,08 | 9,64 |
| | Basis der Bohrung *** | 520,00 | 5,000 | 8,92 | 9,01 |

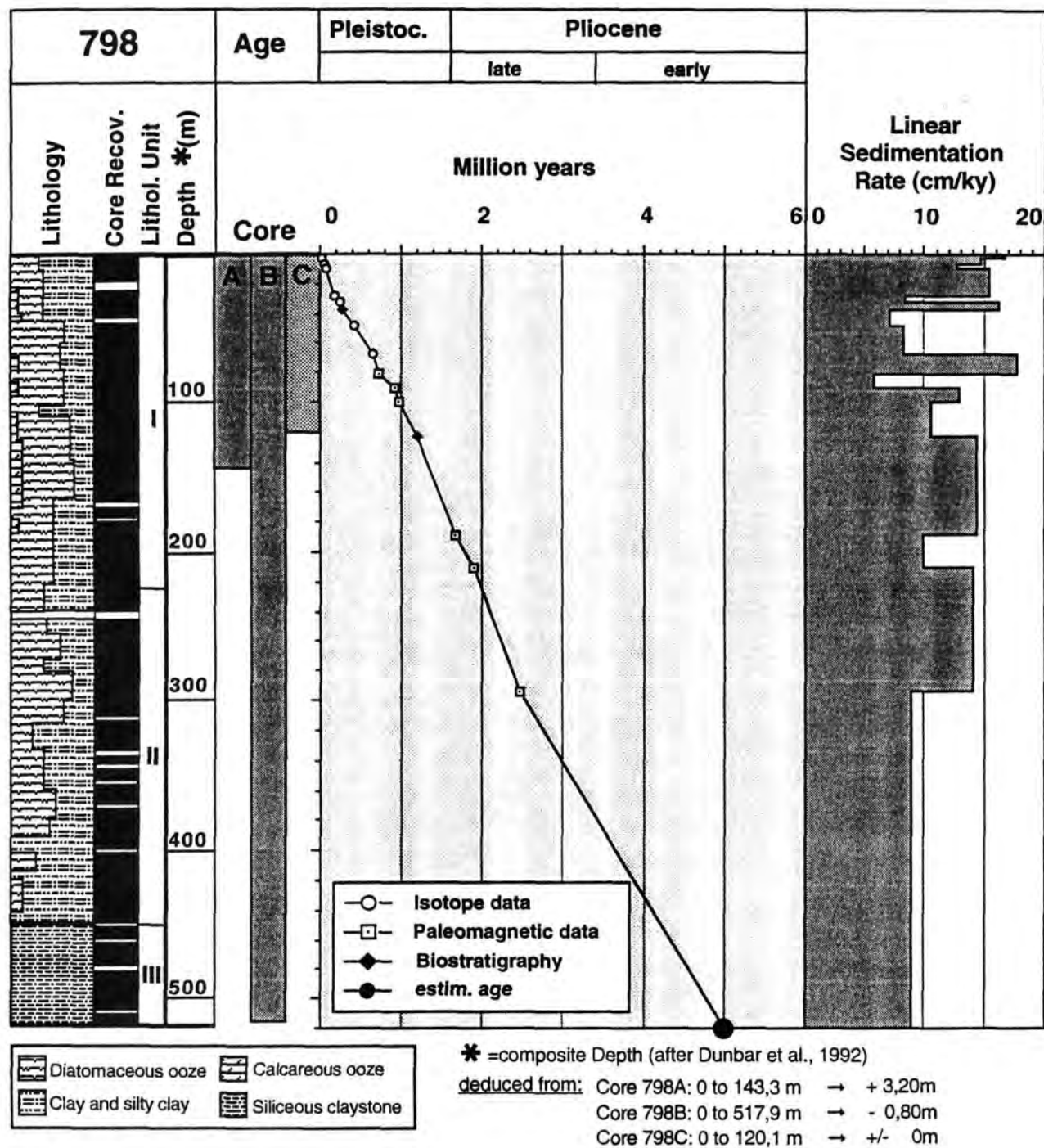


Abb. 16: Alters-Tiefen-Diagramm und lineare Sedimentationsraten für Bohrung 798.

4.2. Bohrung 799

Von Bohrung 799 wurden ausschließlich Sedimentproben der Teilbohrung 799A untersucht. Die stratigraphische Einordnung der Ablagerungen basiert hier auf paläomagnetischen und biostratigraphischen Daten (Ingle, et al., 1990; Burckle et al., 1992; Tab. 4; Abb. 17). Demnach sind die ältesten Sedimente der Teilbohrung 799A in das obere Miozän zu stellen. Nach der Alters - Tiefenkurve liegt die durchschnittliche lineare Sedimentationsrate für diese Bohrung bei 7 cm/ky und ist damit im Vergleich zu Bohrung 798 deutlich geringer. Höhere Sedimentationsraten sind im unteren Pliozän und im obersten Abschnitt des Oberpliozäns zu finden (seit 2,4 Millionen Jahren). In den obersten 89 m (mittleres bis oberes Pleistozän) steigt die Sedimentationsrate auf 16 cm/ky an und markiert damit die deutlichste Veränderung im Ablagerungsgeschehen.

Tab. 4: Stratigraphische Grundlagen für Bohrung 799 (* = paläomagnetische Datierung; LAD = letztes Vorkommen der angegebenen Spezies; ky = 1000 Jahre; AR = Akkumulationsrate).

| 799 | Stratigraphische Grenzen | Tiefe (m) | Alter (Ma) | Sed.Rate (cm/ky) | Ges.AR (g/cm ² /ky) |
|-----|----------------------------|--------------|---------------|---------------------|-----------------------------------|
| | | 0,00 | 0,000 | | |
| | LAD <i>R. curvirostris</i> | 24,00 | 0,276 | 8,70 | 6,20 |
| | LAD <i>P. lacunosa</i> | 45,00 | 0,460 | 11,41 | 8,38 |
| | Brunhes/Matuyama* | 89,00 | 0,730 | 16,30 | 14,11 |
| | Obergrenze Jaramillo* | 93,00 | 0,910 | 2,22 | 1,59 |
| | Basis Jaramillo* | 96,00 | 0,980 | 4,29 | 4,17 |
| | LAD <i>H. selii</i> | 116,00 | 1,200 | 9,09 | 6,86 |
| | Obergrenze Olduvai* | 123,00 | 1,660 | 1,52 | 1,61 |
| | Basis Olduvai* | 133,00 | 1,880 | 4,55 | 3,77 |
| | Matuyama/Gauss* | 174,00 | 2,470 | 6,95 | 5,33 |
| | Gauss/Gilbert* | 225,00 | 3,400 | 5,48 | 3,76 |
| | Gilbert/Chron5* | 394,00 | 5,410 | 8,41 | 5,02 |
| | Chron5/Chron6* | 431,00 | 6,070 | 5,61 | 3,65 |

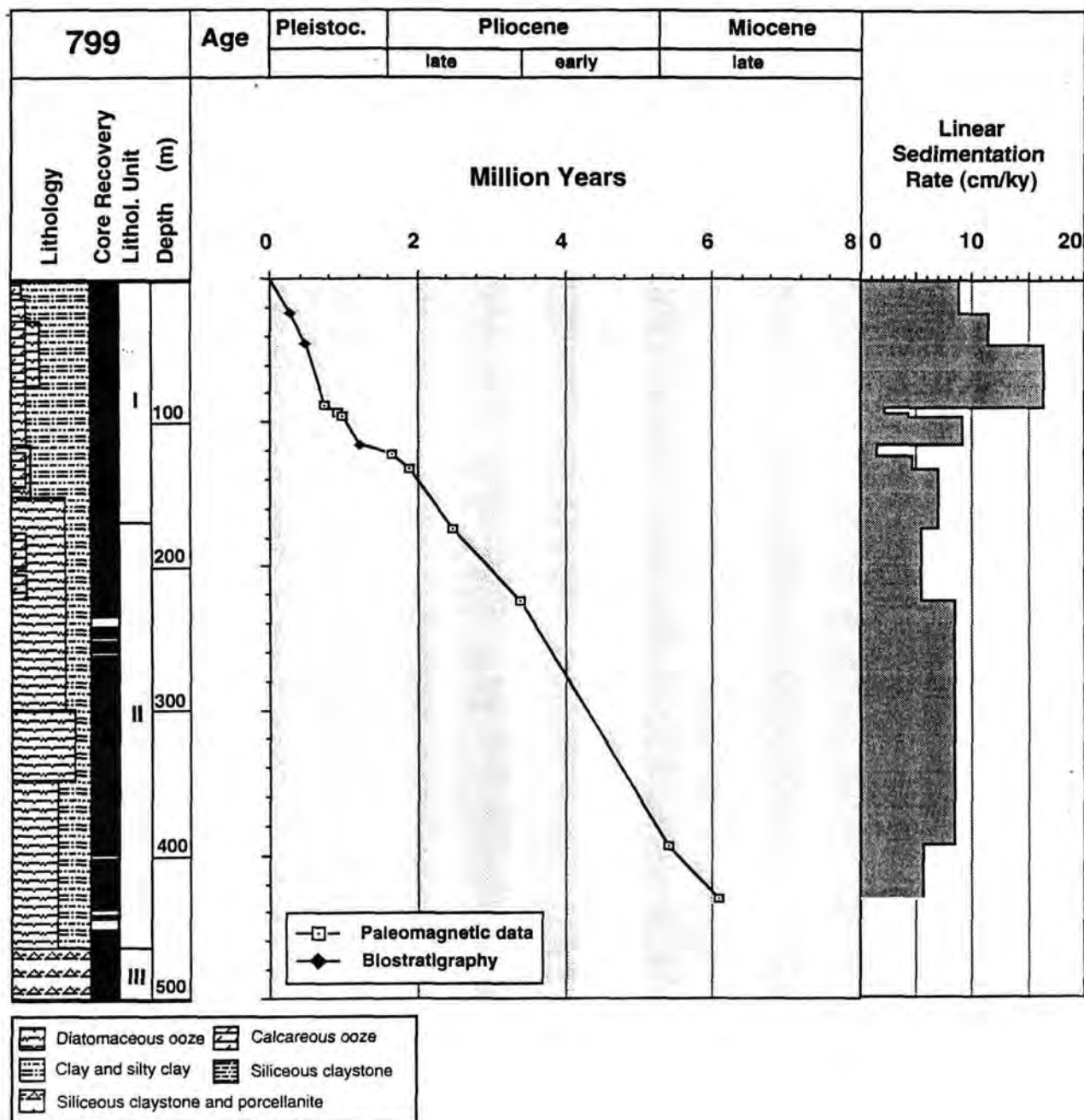


Abb. 17: Alters-Tiefen-Diagramm und lineare Sedimentationsraten für Bohrung 799.

5. Methodik

5.1. Probennahme

Abbildung 18 gibt eine Übersicht über die Aufteilung der Proben, deren sedimentologische und mineralogische Bearbeitung sowie die Anwendung unterschiedlicher Meßmethoden.

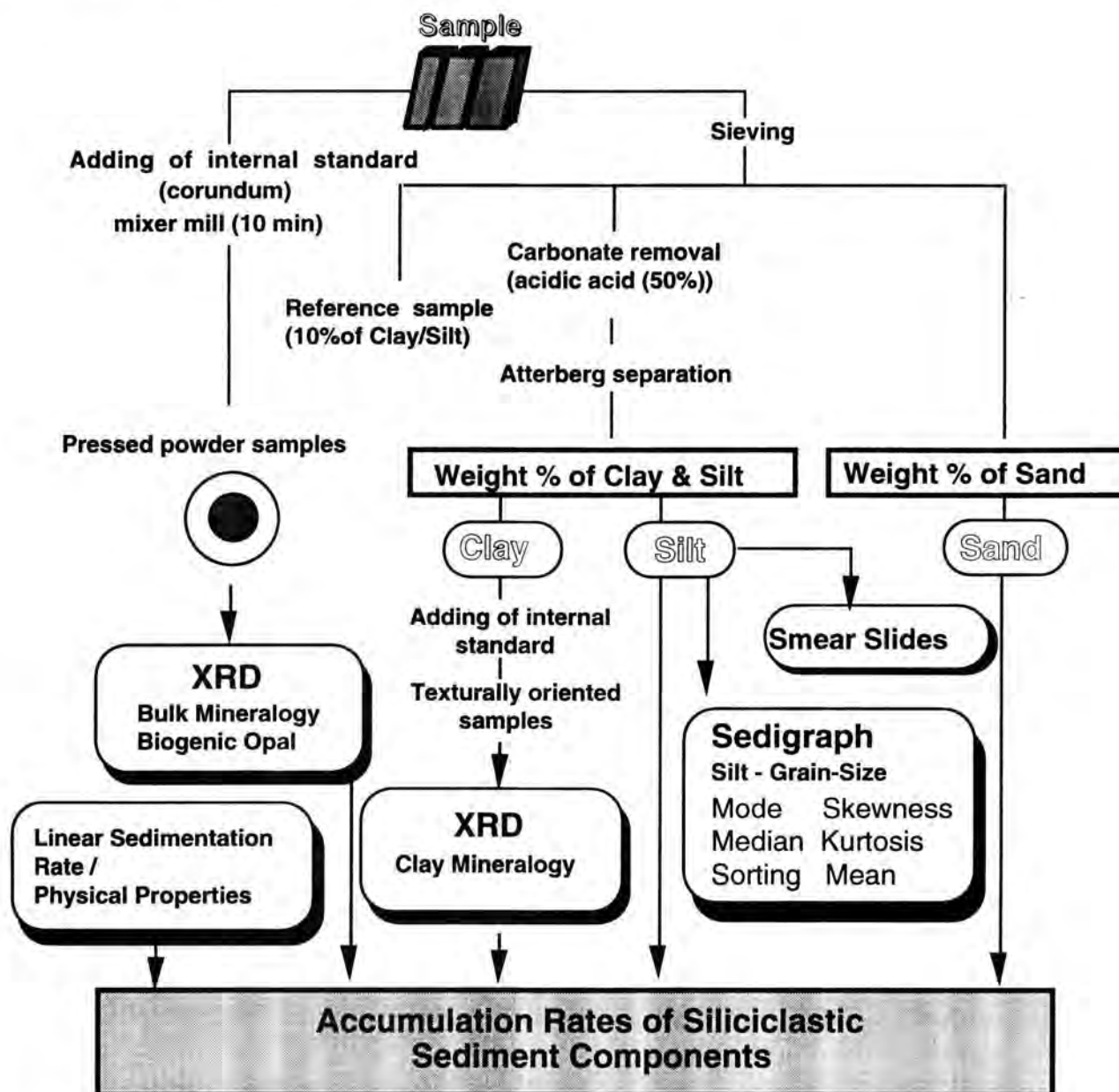


Abb. 18: Probenaufteilung und angewandte Meßmethoden (XRD = Röntgendiffraktometrie (RDA)).

In Tabelle 5 ist die Anzahl der untersuchten Kernproben sowie deren durchschnittliche Proben- und Altersabstände für beide Bohrungen aufgeführt.

Tab. 5: Quantitative Probenaufteilung (* = Die Segmentproben sind Mischproben über den gesamten Abschnitt aufeinanderfolgender Proben).

| Bohrung 798 | Probenzahl | Mittlerer Probenabstand (m) | Mittlerer Altersabstand (Jahre) |
|--|-------------------|--|--|
| Routineproben | | | |
| Gesamtmineralogie | 245 | 2,10 | 20 000 |
| Tonmineralogie | 80 | 6,20 | 60 000 |
| Granulometrie | 80 | 6,20 | 60 000 |
| Schmierpräparate | 80 | 6,20 | 60 000 |
| Segmentproben * (Kernsektion 13 - 15) | 115 | 0,25 | 2 000 |
| Proben aus Hell/Dunkel-Zyklen | 144 | 0,22 | 2 000 |
| Bohrung 799 | | | |
| Routineproben | | | |
| Gesamtmineralogie | 223 | 2,10 | 30 000 |
| Tonmineralogie | 130 | 3,58 | 50 000 |
| Granulometrie | 149 | 3,13 | 45 000 |
| Schmierpräparate | 149 | 3,13 | 45 000 |

Die Messungen wurden an unterschiedlichen Probensätzen durchgeführt, um bei der insgesamt geringen zur Verfügung stehenden Materialmenge eine möglichst hohe Probendichte für die einzelnen Untersuchungen zu erreichen. Turbidit- und Aschelagen wurden nicht beprobt.

5.2. Granulometrie

Zur Gewinnung granulometrischer Daten wurden Teilproben zunächst über ein Handsieb naß gesiebt. Die Grobfraction > 63 µm wurde anschließend getrocknet und gewogen. Zur Quantifizierung des Ton/Silt - Gehaltes wurden 10 % Referenzprobe der Fraction < 63 µm getrocknet, gewogen und deren Gewichtsanteil auf 100 % zurückgerechnet. Die restlichen 90 % der Ton/Silt - Fraction wurden mittels 50 %iger Essigsäure entkarbonatisiert. Danach erfolgte eine weitere Auftrennung in Silt- (2 bis 63 µm) bzw. Tonanteil (< 2 µm) in Atterbergzylindern nach Müller (1967). Grundlage hierfür ist die unterschiedliche Sinkgeschwindigkeit von Partikeln in einem viskosen Medium (Stoke'sches Gesetz; (I)). Bei Temperaturkonstanz kann nach einer definierten Fallzeit für die gewünschte Grenzkorngröße der noch in Suspension befindliche

Probenanteil abgesaugt werden. Die Proben wurden in 0,003 %iger NH_4 -Lösung dispergiert und nach der definierten Sedimentationsdauer abgesaugt. Zur nahezu vollständigen Trennung wurde dieser Vorgang 12 bis 15 mal wiederholt. Nach Ausflockung des abgetrennten Tonanteils mittels 50 %iger MgCl_2 -Lösung wurde diese anschließend durch zweimaliges Auswaschen und Zentrifugieren mit H_2O dest. wieder entfernt. Die aus dem Trennvorgang gewonnene Tonfraktion wurde anschließend getrocknet und gewogen.

STOKE'sches Gesetz:

(I)

$$W = \frac{(\rho_1 - \rho)g}{18\mu} \cdot d^2$$

- w = Sinkgeschwindigkeit
- $\rho_1 - \rho$ = Dichtedifferenz zwischen Partikel und Flüssigkeit
- g = Erdbeschleunigung
- μ = Viskosität der Flüssigkeit
- d = Partikeldurchmesser

Als Beispiel zur Berechnung der prozentualen Anteile der einzelnen Korngrößenfraktionen Sand, Silt und Ton ist hier der Tongehalt aufgeführt:

(II)

$$\text{Gew. \% Ton} = \frac{\text{Gew. Ton (g)}}{\text{Gew. Sand (g) + Gew. (Silt + Ton) (g)}} \cdot 100$$

5.3. Untersuchung der Siltfraktion

5.3.1. Korngrößenbestimmung

Die Korngrößenanalyse der karbonatfreien Siltfraktion erfolgte mit Hilfe eines Sedigraphen MICROMERITICS 5100 (Abb. 19; Syvitszki, 1991). Das Meßverfahren basiert ebenfalls auf der korngrößenabhängigen Sinkgeschwindigkeit von Partikeln in einem viskosen Medium (Stoke'sches Gesetz (I); vgl. Kap. 5.2.). Zur Bestimmung der Partikelkonzentration wird die Intensität eines Röntgenstrahls nach Durchdringen der Probe gemessen (Röntgenabsorption), wobei die ankommende Strahlenmenge umgekehrt proportional zur Partikelkonzentration ist. Nach Definition der Basisdaten, wie Partikel- und Flüssigkeitsdichte sowie Viskosität der Flüssigkeit, werden zunächst die Nulllinie (reine Sedimentationsflüssigkeit) und anschließend der 100 %-Wert der mittels Schlauchpumpe und Magnetrührer vollständig dispergierten Probe bestimmt. Nach Abschalten der Pumpe beginnt die Sedimentation der Probe in der Meßzelle.

Gleichzeitig beginnt die Aufzeichnung der Röntgenabsorptionsdaten in 50 $0,1\Phi^\circ$ -Schritten. Diese Daten werden für den durchfahrenen Korngrößenbereich von 63 bis 2 μm in Perzentilwerte der einzelnen Korngrößenklassen umgerechnet.

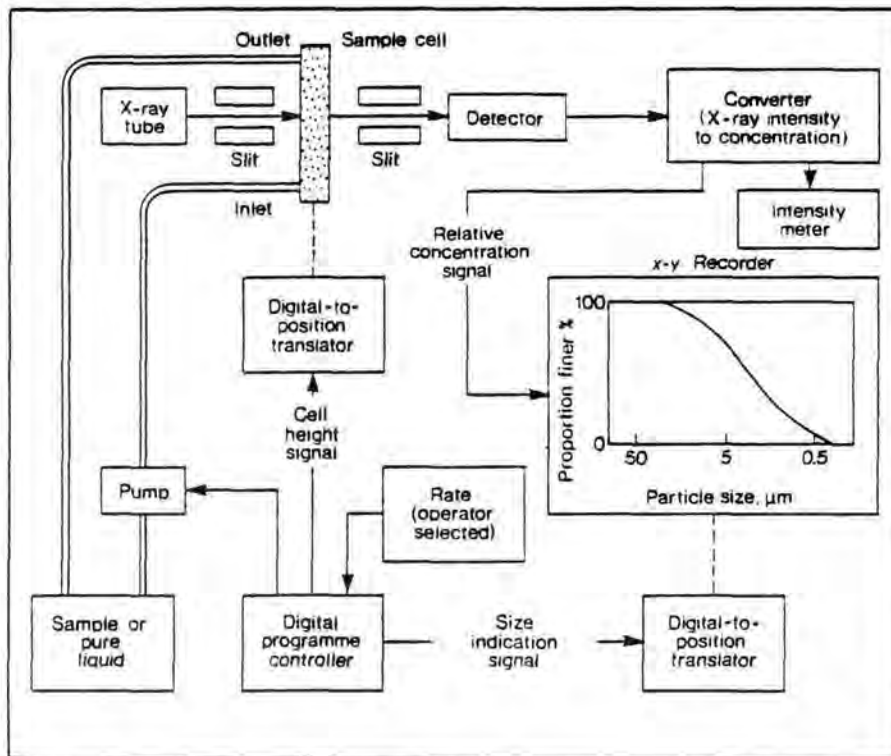


Abb. 19: Schematische Darstellung des Meßvorganges am Sedigraph MICROMERITICS 5100 (aus Syvitsky, 1991).

Nach Folk & Ward (1957) wurde aus den Perzentilwerten die Summenkurve der Korngrößenverteilung in der Siltfraktion erstellt sowie die statistischen Korngrößenparameter Median, mittlere Korngröße (Mean), Sortierung, Schiefe und Kurtosis berechnet. Die Modalwerte der Siltfraktionsproben wurden graphisch an der Frequenzverteilungskurve ermittelt.

5.3.2. Mikroskopie von Schmierpräparaten

Von Siltproben der beiden Bohrungen 798 und 799 wurden Schmierpräparate ("smear slides") hergestellt. Sie dienen der qualitativen Kontrolle der Siltkorngrößenmessungen am Sedigraphen. Unter dem Mikroskop kann z. B. überprüft werden, ob eine polymodale Korngrößenverteilung ausschließlich auf Terrigenfraktion oder auf eine Mischung aus Terrigenfraktion mit Biogenopalanteilen zurückzuführen ist (s. Kap. 6; Abb. 30).

5.4. Röntgendiffraktometrische Phasenanalyse

Grundlage der röntgendiffraktometrischen Phasenbestimmung (XRD) eines Mineralgemisches ist die Beugung von monochromatischer Röntgenstrahlung an homogenen Pulverpräparaten (vgl. Kap. 5.4.1. Gesamtmineralogie) bzw. Texturpräparaten (vgl. Kap. 5.4.2. Tonmineralogie) mit glatter Oberfläche. Die abgebeugte Intensität des im Winkel Theta (Θ) auftreffenden Röntgenstrahls wird im Winkel 2Θ mittels eines Detektors registriert und aufgezeichnet, woraus sich für den abgefahrenen Winkelbereich ein Beugungsspektrum der gemessenen Probe ergibt (Abb. 20). Bei konstanter Wellenlänge λ hängt das Auftreten von Beugungsreflexen im Winkel 2Θ nur von den mineralspezifischen Netzebenenabständen im Kristallgitter der in der Probe auftretenden Minerale ab. Die Grundlage hierzu stellt die Bragg'sche Beziehung dar:

(III)

$$n * \lambda = 2d * \sin \Theta$$

- λ = Wellenlänge der verwendeten Röhre
- d = Netzebenenabstand (Å) der Gitterebene hkl
- Θ = Beugungswinkel zum Netzebenenabstand d_{hkl}
- n = Beugungsordnung ($n=1$)

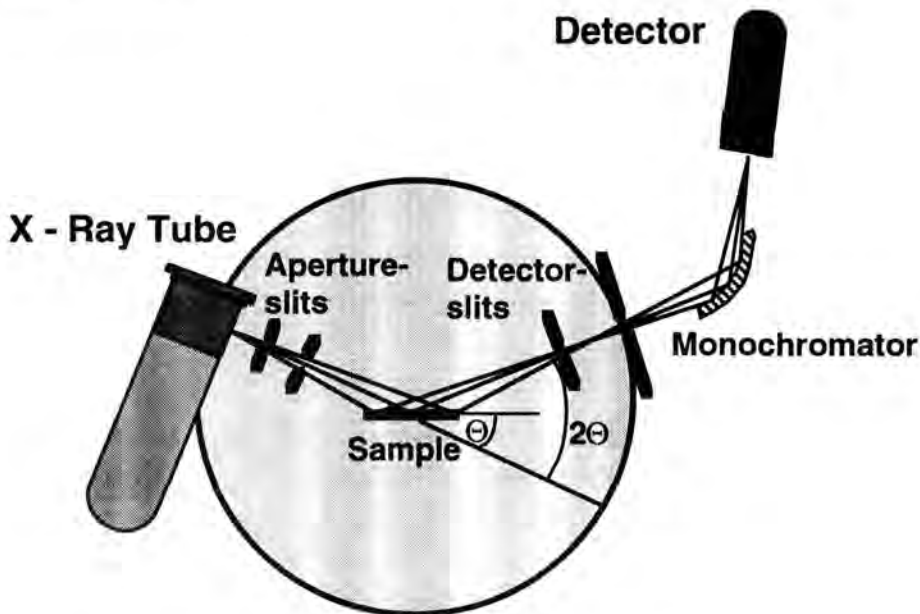


Abb. 20: Schematische Darstellung des Strahlenganges eines Röntgendiffraktometers.

5.4.1. Gesamtmineralogie

5.4.1.1. Bestimmung der kristallinen Mineralphasen

Zur Bestimmung der gesamtmineralogischen Zusammensetzung der Sedimentproben wurde ein SIEMENS D 501 Röntgendiffraktometer mit fixierter Divergenzblende sowie einem Graphitmonochromator eingesetzt. Das Gerät ist mit einer Kupferröhre und einem Natrium-Jodid-Detektor ausgestattet. Zur Bestimmung des Gesamtmineralgehaltes der Proben wurden folgende Meßparameter angewandt:

| | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Anregung: | 30 mA/40 KV |
| Winkelbereich: | 2° - 62° 2θ |
| Meßzeit: | 1 sec/Schritt |
| Schrittweite: | 0.03° 2θ |

Ein algorithmisches Auswertungsverfahren ermittelt den qualitativen und quantitativen Phasenbestand der Probe (Lauterjung & Emmermann, 1990; Stroh, 1988). Im ersten Schritt werden die in der Probe enthaltenen Minerale qualitativ ausgewertet. Als Basis dient eine in Mineralgruppen eingeteilte Datenbank von ca. 300 Mineralen und Mischkristallen mit deren vollständigen Beugungsspektren. Die unbekannten Minerale in der gemessenen Probe werden anhand von typischen Beugungslinien identifiziert. Das beobachtete Spektrum wird über ein lineares Gleichungssystem mit den Spektren der reinen Mineralphasen verglichen und das erste signifikante Mineral identifiziert. Nach Abzug des Einzelmineralspektrums vom beobachteten Gesamtspektrum wird das Restspektrum analog analysiert, bis kein Restspektrum übrigbleibt bzw. kein weiteres Mineral identifiziert werden kann. In weiteren Suchläufen wird über Varianz- bzw. Korrelationstests die Plausibilität der gefundenen qualitativen Zusammensetzung überprüft und unter Einbeziehung aller zuordnungsbaaren Beugungslinien die quantitative Zusammensetzung errechnet. Diese quantitative Auswertung geht von 100 % kristallinem Phasenanteil der Proben aus (Lauterjung & Emmermann, 1990).

Sedimente des marinen Ablagerungsmilieus bestehen in der Regel aus einem Mineralgemisch terrigenen und biogenen Ursprungs, das sowohl texturanfällige Minerale (z.B. Glimmer, Tonminerale, Kalzit) als auch röntgenamorphe Bestandteile (Biogenopal, vulkanische Gläser) enthalten kann. Die dadurch bedingten Fehlermöglichkeiten in der quantitativen Auswertung des Mineralbestandes können durch Verwendung eines internen Standards (hier: Martoxid (γ -Korund); Fa. Martinswerke GmbH, 5010 Bergheim) begrenzt werden. Mit dessen Hilfe werden die berechneten Gewichtsanteile der kristallinen Phasen korrigiert. Die Summe der jeweils identifizierten kristallinen Bestandteile der gemessenen Proben ist dann kleiner als 100 % (s. Anhang), d.h. weitere, mittels dieser Methode nicht quantifizierbare Minerale sowie röntgenamorphe Bestandteile tragen ebenfalls zur

Probenzusammensetzung bei. Zur Bestimmung des Biogenopalgehaltes der Proben wurde eine graphische Methode direkt am Beugungsspektrum angewandt (Dersch & Stein, 1991; vgl. Kap. 5.4.1.3.).

Der Vergleich röntgenographisch bestimmter Kalzitgehalte mit Karbonatwerten der CHN-Elementaranalyse (Stax, 1993) der gleichen Proben zeigt eine sehr gute Korrelation der Ergebnisse. Sie unterscheiden sich jedoch ungefähr um den Faktor 2 (Abb. 21). Aufgrund der Texturanfälligkeit von Kalzit, d.h. der mit zunehmendem Kalzitgehalt steigenden Dominanz des (104)-Reflexes ($d=3,035 \text{ \AA}$), geht in der quantitativen Auswertung der Röntgenbeugungsspektren nach Lauterjung (mündl. Mitteil.) ein Texturkorrekturfaktor ein, der die Kalzitgehalte nach unten korrigiert. Diese Texturierung nimmt jedoch mit abnehmendem Kalzitgehalt deutlich ab, d.h. der Textureffekt wird durch die Korrektur bei niedrigen Kalzitgehalten überbewertet. Da die Kalzitgehalte der untersuchten Proben nach den CHN-Analysen (Abb. 21) nur im unteren Konzentrationsbereich bis 30 % liegen und die Unterschiede zwischen XRD- und CHN-Analysen systematisch auftreten, ist die Hauptursache für die Differenzen wahrscheinlich in der Texturkorrektur zu sehen (Lauterjung, mündl. Mitteil.). Weiterhin beruht die CHN-Elementaranalyse auf der Bestimmung des gesamten freigesetzten CO_2 , d.h. auch der CO_2 -Anteil von Karbonatmineralen wie Dolomit geht hier mit ein und kann somit zu dem beobachteten Faktor beitragen. Die röntgenographische Auswertung bestimmt dagegen kristallographisch reinen Kalzit. Bei erhöhten Dolomitgehalten, wie sie z. T. in den Bohrungen 798 und 799 gemessen wurden (Ingle et al., 1990; Matsumoto, 1992), kann dies ebenfalls Unterschiede in den Ergebnissen der beiden Meßmethoden erklären.

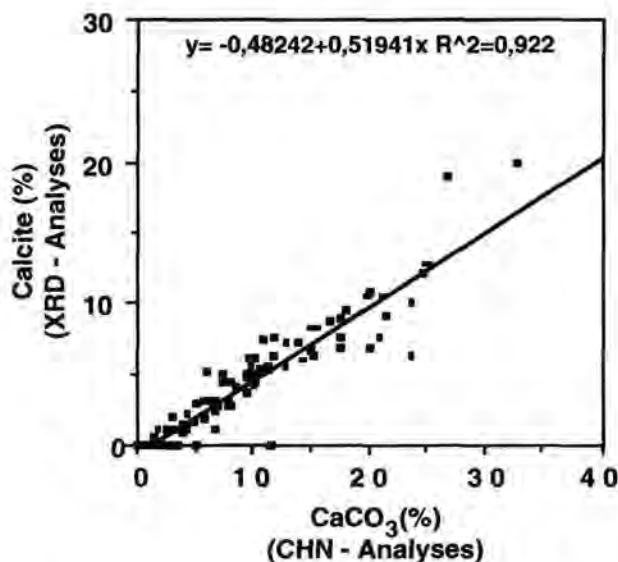


Abb. 21: Korrelation von Ergebnissen der Kalzit- (XRD) und Karbonatbestimmungen (CHN - Daten aus Stax, 1993).

Zur Quantifizierung von Quarzgehalten der 144 Proben aus den Hell/Dunkel-Zyklen von Bohrung 798 stand neben dem oben beschriebenen SIEMENS-Gerät in der zweiten Phase der Arbeit ein PHILIPS PW1700 Röntgendiffraktometer des Alfred-Wegener-Institutes (AWI) zur Verfügung. Das Standardverfahren zur Quantifizierung des Quarzgehaltes von Sedimenten beruht hier auf einer Quarz-Standard-Reihe in einer Ton-Matrix (Smektit) unter Zugabe eines internen Standards (MARTOXID; Gingele, mündl. Mitteil.).

Zur Vergleichbarkeit der Quarzdaten unterschiedlicher Auswertung an verschiedenen Geräten wurden 13 Kernproben mit einem Quarzkonzentrationspektrum von 3,3 bis 21,1 % als Eichproben ausgesucht. Deren Quarz_(3,34Å)/Korund_(2,55Å)-Verhältnisse sind in Abbildung 22 gegen die nach Lauterjung & Emmermann (1990) berechneten Quarzgehalte in Prozent aufgetragen (offene Kreise). Die entsprechenden Quarz/Korund-Verhältnisse der mittels des PHILIPS Diffraktometers gemessenen gleichen Proben wurden in das gleiche Diagramm eingetragen (gefüllte Kreise). In der Differenz der beiden Regressionsgeraden wird der apparative Faktor deutlich. Anhand dieser Eichproben konnten die Zyklenproben ausgewertet werden.

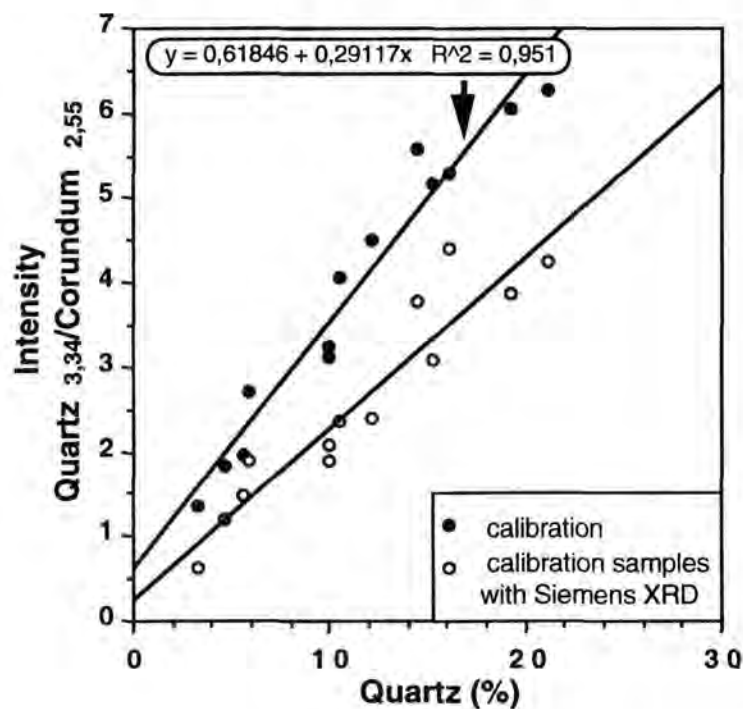


Abb. 22: Quarz_(3,34Å)/Korund_(2,55Å)-Verhältnisse der Eichproben (Die angegebene Geradengleichung bezieht sich auf die Eichkurve (calibration)).

Zur Kontrolle erfolgte die Auswertung der Quarzgehalte der Zyklen einmal über die oben beschriebene eigene Eichung, und darüberhinaus mit Hilfe der Standard - Auswertung des AWI. Eine systematische Abweichung der Ergebnisse aus beiden Auswertungen (Abb. 23) ist wahrscheinlich auf Unterschiede in der Matrix der

Eichproben zurückzuführen. Als Basis für die Interpretation der Schwankungen im Quarzgehalt der Zyklenproben wurden die anhand der eigenen Eichung bestimmten Werte gewählt (Abb. 23). Damit sollte unter den gegebenen Arbeitsbedingungen eine bestmögliche Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Messungen bei geringstmöglichem Fehler gewährleistet sein.

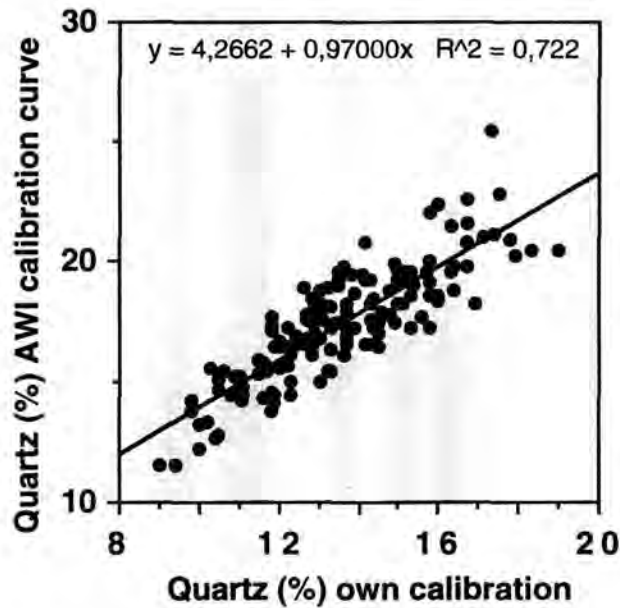


Abb. 23: Korrelation der Ergebnisse der beiden unterschiedlichen Auswertungen (Proben der Hell/Dunkel - Zyklen von Teilbohrung 798B).

5.4.1.2. Fehlerbetrachtung: Richtigkeit und Reproduzierbarkeit der Messungen der kristallinen Phasen

Voraussetzung für eine möglichst richtige und reproduzierbare Messung ist ein analy-senfeines ($< 63 \mu\text{m}$) Mahlen der Proben. Basierend auf Ergebnissen einer erstellten Meßreihe zum Einfluß des Mahlprozesses (Abb. 24) auf das Beugungsspektrum wurde bei Erhöhen der Mahldauer eine Abnahme der Reflexintensitäten, besonders von Tonmineralpeaks, festgestellt. Unter dem Aspekt einer möglichst geringen Beeinträchtigung der kristallinen Phasen durch mechanische Beanspruchung sollte daher eine kurze Mahldauer angestrebt werden. Dessen ungeachtet muß eine ausreichende Homogenisierung der Probe mit dem Standard gewährleistet sein. Als Kompromißbedingung wurde eine Mahldauer von 10 min. gewählt.

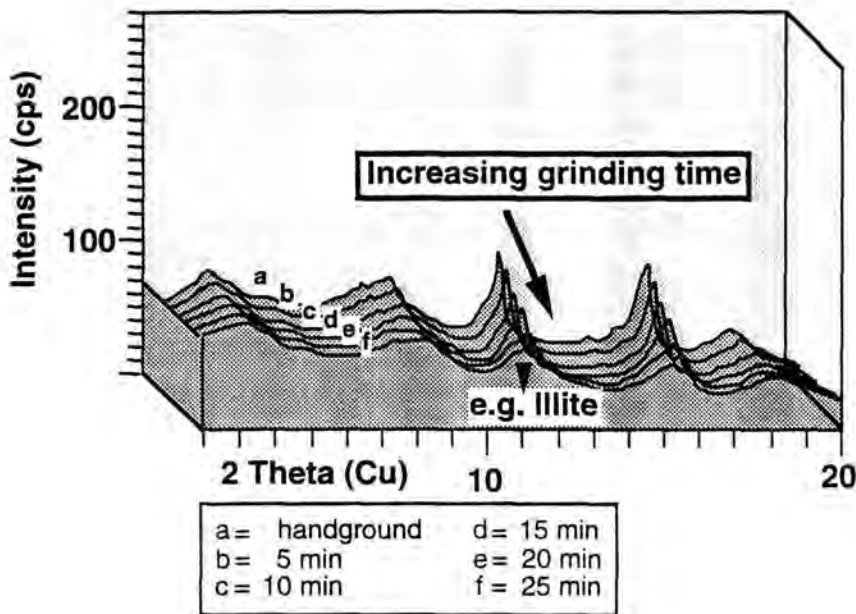


Abb. 24: Schematische Darstellung der Beeinflussung von Beugungsreflexen durch den Mahlprozeß
(Y-Achse: Intensitäten in Zählraten pro Sekunde; X-Achse: Röntgenbeugungswinkel).

Eine weitere Ursache für die auftretenden Differenzen zu 100 % Gesamtmineralgehalt (vgl. Kap. 5.4.1.1.) kann, neben röntgenamorphen Probenanteilen (s. u.), in der Probenpräparation, insbesondere in Textureffekten liegen, die durch den hohen Tongehalt (z. T. > 30 %) des Sedimentes hervorgerufen werden. Tonminerale sind quantitativ röntgenographisch, ohne gesonderte Abtrennung der Tonfraktion und Messung als Texturpräparat (Kap. 5.4.2.), im Gesamtsediment schwer zu erfassen. Auch der relative Fehler (relative Standardabweichung) für texturanfällige Minerale (Glimmer, Tonminerale, Kalzit) ist vergleichsweise hoch ($\leq 15\%$), während für Quarz der relative Fehler bei $\leq 5\%$ liegt; Stroh, 1988). Akzessorische Gemengteile $\leq 2\%$ können mit der Methode nicht mehr erfaßt werden (Stroh, 1988).

Anhand von Doppelmessungen einzelner, jeweils neu präparierter Proben, wurde die Reproduzierbarkeit der röntgenographischen Methode einschließlich der Probenpräparation nachgeprüft. Aufgrund der geringen zur Verfügung stehenden Probenmengen wurde die Standardabweichung der quantitativen Mineralauswertung aus Doppelbestimmungen von 40 verschiedenen Kernproben (Datentabelle im Anhang) berechnet (Tab. 6; Heinrichs & Hermann, 1990).

Tab. 6: Standardabweichung für einzelne Mineralphasen nach Doppelbestimmungen an unterschiedlichen Proben (P ist ein Maß für die Sicherheit der Angaben; nach Heinrichs & Herrmann, 1990).

| Probenzahl | Mineral | Standardab- | Streubereich | der |
|------------|-----------------|--------------|----------------|----------|
| | | weichung (S) | Einzelmeßwerte | (%) |
| | | (% absolut) | P = 95 % | P = 99 % |
| 40 | Quarz | +/- 1,11 | +/- 2,24 | +/- 3,00 |
| 38 | Glimmer (ges.) | +/- 3,39 | +/- 6,86 | +/- 9,18 |
| 38 | Feldspat (ges.) | +/- 1,68 | +/- 3,40 | +/- 4,55 |
| 35 | Pyrit | +/- 0,64 | +/- 1,31 | +/- 1,77 |
| 27 | Kalzit | +/- 0,73 | +/- 1,50 | +/- 2,02 |

5.4.1.3. Bestimmung des Biogenopalgehaltes

Zur Bestimmung von Biogenopal wurde in der vorliegenden Arbeit eine graphische Methode am Röntgenbeugungsspektrum angewandt (Dersch & Stein, 1991). Sie bietet den Vorteil einer relativ schnellen Auswertung auf der Basis der vorhandenen Daten zur Gesamtmineralbestimmung. Grundlage ist die von Stein (in Mienert et al., 1987) leicht modifizierte Methode nach Eisma & van der Gaast (1971).

Biogenopal ist eine röntgenamorphe Substanz und erzeugt im Beugungsspektrum ein breites, diffuses Reflektionsband. Dabei ist die Höhe bzw. Fläche dieses Bandes repräsentativ für den Opalgehalt der Probe. Die natürliche Begrenzung der Anwendbarkeit dieser Methode der Opalbestimmung ist durch die diagenetische Umwandlung des amorphen Opals gegeben. Infolge steigender Druck- und Temperaturbedingungen in zunehmender Versenkungstiefe des Sedimentes geht Biogenopal (Opal A) in Opal C/T über, der als kristalline Phase Christobalit und Tridymit vorliegt (z.B. Riech & v. Rad, 1979).

Weiterhin sind Opalgehalte < 10 % mit dieser Methode nicht mehr erfaßbar (Dersch & Stein, 1991). Ein Negativbefund, der sich aus dieser Röntgenmethode ergibt, bedeutet demnach nicht notwendigerweise, daß kein Biogenopal in der Probe enthalten ist. Andererseits kann der ermittelte Opalgehalt durch Anteile an ebenfalls röntgenamorphen vulkanischen Gläsern auch zu höheren Werten verschoben sein. Die Opalgehalte sollten daher im Hinblick auf relative Änderungen zueinander und nicht als Einzelwerte interpretiert werden. Röntgenographisch bestimmte Opalwerte zeigen ungeachtet dessen bei Gehalten > 10 % eine relativ gute Korrelation mit den an gleichen Proben naßchemisch bestimmten Opalgehalten. In einem Vergleich von Extraktions- und Röntgenmethode zur Bestimmung des Biogenopalgehaltes wird auch von Gingele (1992) und Müller & Schneider (1993) eine gute Korrelation der Meßergebnisse beschrieben.

5.4.2. Tonmineralogie

Zur semiquantitativen Bestimmung der Tonmineralzusammensetzung wurden Texturpräparate der Tonfraktion ($< 2 \mu\text{m}$) hergestellt. Nach Zugabe von 1 Gew. % MoS_2 (interner Standard) wurde eine definierte Menge der Tonfraktion in Suspension gebracht und anschließend mit Hilfe einer Vakuumpumpe auf einen Membranfilter ($0,15 \mu\text{m}$ Porenweite) aufgesaugt. Die Filterkuchen wurden bei 60°C getrocknet und zur weiteren Verwendung auf Aluminiumträger geklebt.

Zur Bestimmung der Tonmineralzusammensetzung wurde ein PHILIPS Röntgendiffraktometer PW1700 mit automatischer Divergenzblende und Graphitmonochromator eingesetzt. Das Gerät ist mit einer Kobaltröhre ausgestattet, die zur Bestimmung von Tonmineralen besonders geeignet ist (Brindley & Brown, 1980). Die Beugungsreflexe der Tonminerale sind hier im Vergleich zur Kupferröhre zu höheren Winkeln verschoben. Der Untergrund wird so weniger durch Streustrahlung des Primärstrahls beeinflusst. Die Kobaltstrahlung regt darüberhinaus im Vergleich zur Kupferstrahlung weniger Eisenfluoreszenzstrahlung an und bietet dadurch den Vorteil niedrigerer Untergrundintensitäten.

Zur Bestimmung der Tonmineralzusammensetzung der Proben wurden folgende Meßparameter angewandt:

Tab. 7: Meßprogramme zur Bestimmung der Tonmineralogie.

| | Tonfraktion luftgetrocknet | Tonfraktion (24h glykollert) | Kaolinit/Chlorit |
|----------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|
| Anregung | 30 mA/40 KV | 30 mA/40 KV | 30 mA/40 KV |
| Winkelbereich | $1^\circ - 18^\circ 2\theta$ | $2^\circ - 40^\circ 2\theta$ | $28^\circ - 30,5^\circ 2\theta$ |
| Meßzeit | 2 sec/Schritt | 2 sec/Schritt | 2 sec/Schritt |
| Schrittweite | $0.02^\circ 2\theta$ | $0.02^\circ 2\theta$ | $0.005^\circ 2\theta$ |

Die Auswertung der Beugungsspektren erfolgte mittels des Programms "MacDiff" von R. Petschick (AWI Bremerhaven), das die Möglichkeit einer semiautomatischen Peakauswertung bei direkter visueller Kontrolle am Bildschirm bietet. Zur Auswertung werden die Spektren zunächst geglättet und eine genaue Positionierung des Spektrums nach dem d-Wert des MoS_2 (001) Reflexes durchgeführt (Standard - Linienkorrektur). Die ermittelten Peakinformationen wie z. B. Peakfläche und -intensität werden automatisch in eine Tabelle eingetragen und können zur weiteren Verwendung gespeichert werden.

Grundlage zur Quantifizierung der Tonmineraldaten sind die nach der Methode von Biscaye (1964, 1965) ermittelten Verhältnisse der einzelnen Peakflächen der vier Hauptkomponenten Smektit, Illit, Kaolinit und Chlorit, bezogen auf ihre Gesamtfläche (IV). Die Berechnung der Tonmineralzusammensetzung nach den Biscaye - Faktoren wurde gewählt, um die Vergleichbarkeit mit anderen Daten aus der Literatur zu gewährleisten, die überwiegend auf diese Weise ausgewertet werden (z. B. Griffin et al., 1968; Lange, 1982; Pudsey, 1984; Stein, 1985; Stein & Robert, 1985; Stokke & Carson, 1973). Folgende Tonmineralpeaks wurden zur Auswertung herangezogen:

Tab. 8: Liste der ausgewerteten Tonmineralreflexe mit Angabe der zugehörigen Biscaye - Faktoren (zur Kaolinit/Chlorit-Auftrennung s. u.).

| Tonmineral | Winkel (2θ) | d-Wert (Å) | hkl | BISCAYE Faktoren |
|--------------------------|--|-----------------------|----------------|-----------------------------|
| Smektit (glykol.) | 6 | 17 | 001 | *1 |
| Illit | 9,96 | 10 | 001 | *4 |
| Chlorit+Kaolinit | 14,3 | 7 | 002/001 | C*2/K*2 |
| Auftrennung K/C: | | | | |
| Chlorit | 29,29 | 3,54 | 004 | |
| Kaolinit | 28,96 | 3,58 | 002 | |

Beispiel zur Berechnung nach Biscaye:

(IV)

$$\text{Gew. \%Illit} = \frac{F(\text{Illit}) * 4}{(F(\text{Smektit}) * 1 + F(\text{Illit}) * 4 + F(\text{Chlorit}) * 2 + F(\text{Kaolinit}) * 2)} * 100$$

F = Fläche

Akzessorische Gemengteile in der Tonfraktion, wie (geringe) Anteile an Quarz, Feldspat sowie (geringe) Gehalte an weiteren Tonmineralphasen wurden qualitativ erfaßt, zur Auswertung jedoch nicht herangezogen.

Die Bestimmung des Chlorit- bzw. Kaolinitanteils der Proben anhand des 002- bzw. 001- Beugungsreflexes ist infolge gegenseitiger Peaküberlagerung ohne zusätzliche Probenbehandlung (z.B. chem. Lösen von Chlorit durch HCl; Elverhøi & Rønningsland, 1978) nicht möglich. Daher wurde zur Berechnung des Flächenanteils der beiden Minerale an diesem gemeinsamen Beugungsreflex eine zusätzliche Messung im Winkelbereich 28° bis 30,5° 2 θ durchgeführt (siehe Tab. 8). Anhand dieses Spektrums wurde das Verhältnis des 002-Reflexes von Kaolinit (3,58 Å) zum

004-Reflex des Chlorit (3,54 Å) bestimmt und auf entsprechende Flächenanteile im Hauptreflex übertragen. Die Ermittlung dieses Verhältnisses kann auf den Peakintensitäten (Abb. 25 A), den Peakflächen (Abb. 25 B) oder auch auf der Differenz zwischen Gesamtfläche des Doppelpeaks und verdoppelter Fläche der freien Peakhälfte des jeweils dominanten Peaks beruhen (Petschick, unpubl.; Abb. 25 C).

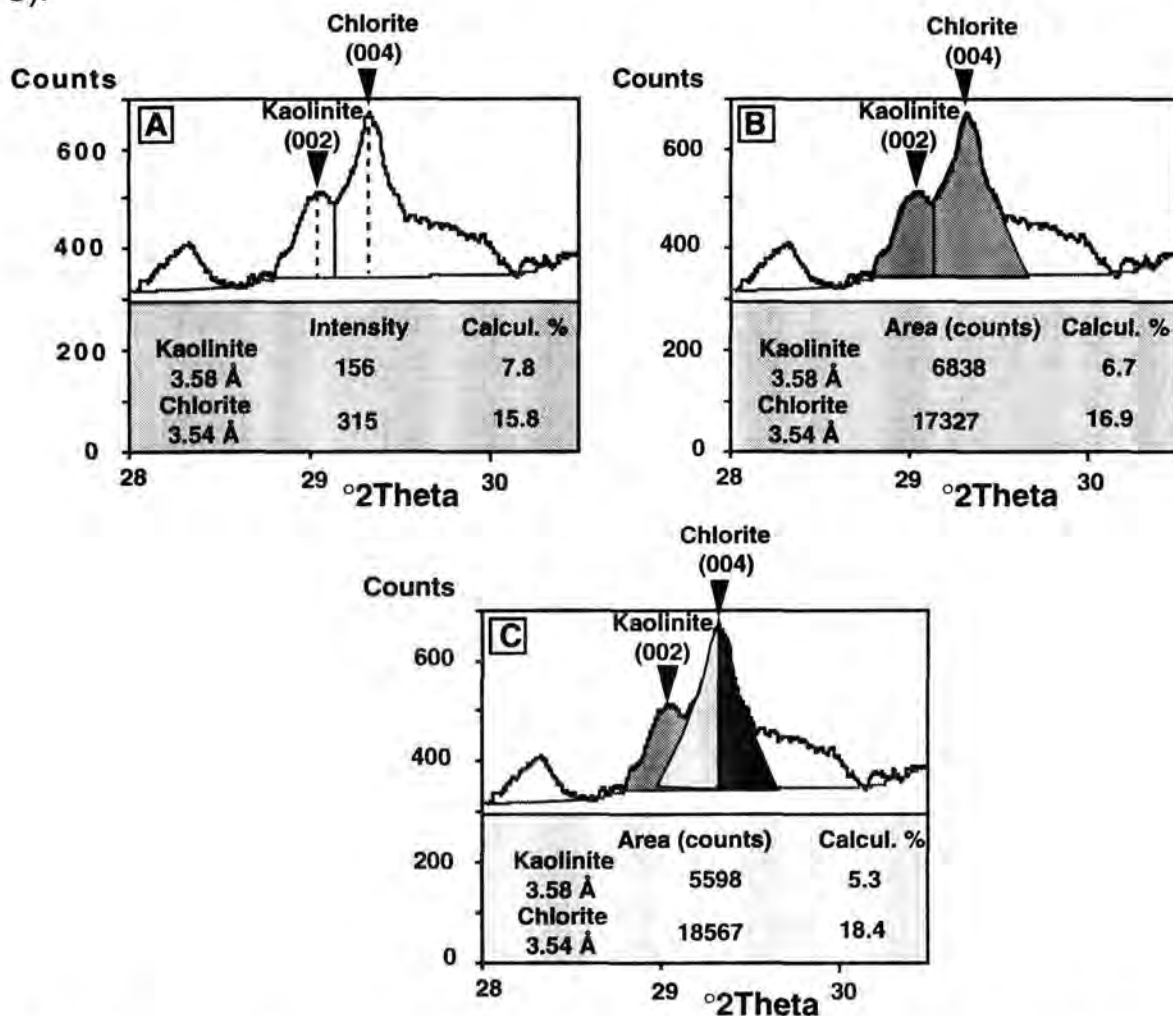


Abb. 25: Ermittlung des Kaolinit - und Chloritgehaltes am Röntgenbeugungsspektrum von Texturpräparaten der Tonfraktion.

- A** = Berechnung der prozentualen Gehalte nach den Intensitätsverhältnissen (Peakhöhe) des 3,58Å Kaolinit (002) - und 3,54Å Chlorit (004) - Reflexes.
- B** = Berechnung der prozentualen Gehalte nach den Flächenverhältnissen des 3,58Å Kaolinit (002) - und 3,54Å Chlorit (004) - Reflexes.
- C** = Berechnung der prozentualen Gehalte nach der Methode der verdoppelten Hälfte (Fläche) des jeweils dominanten Peaks des 3,58Å Kaolinit (002) - und 3,54Å Chlorit (004) - Reflexes (nach R. Petschick, unpubl.).

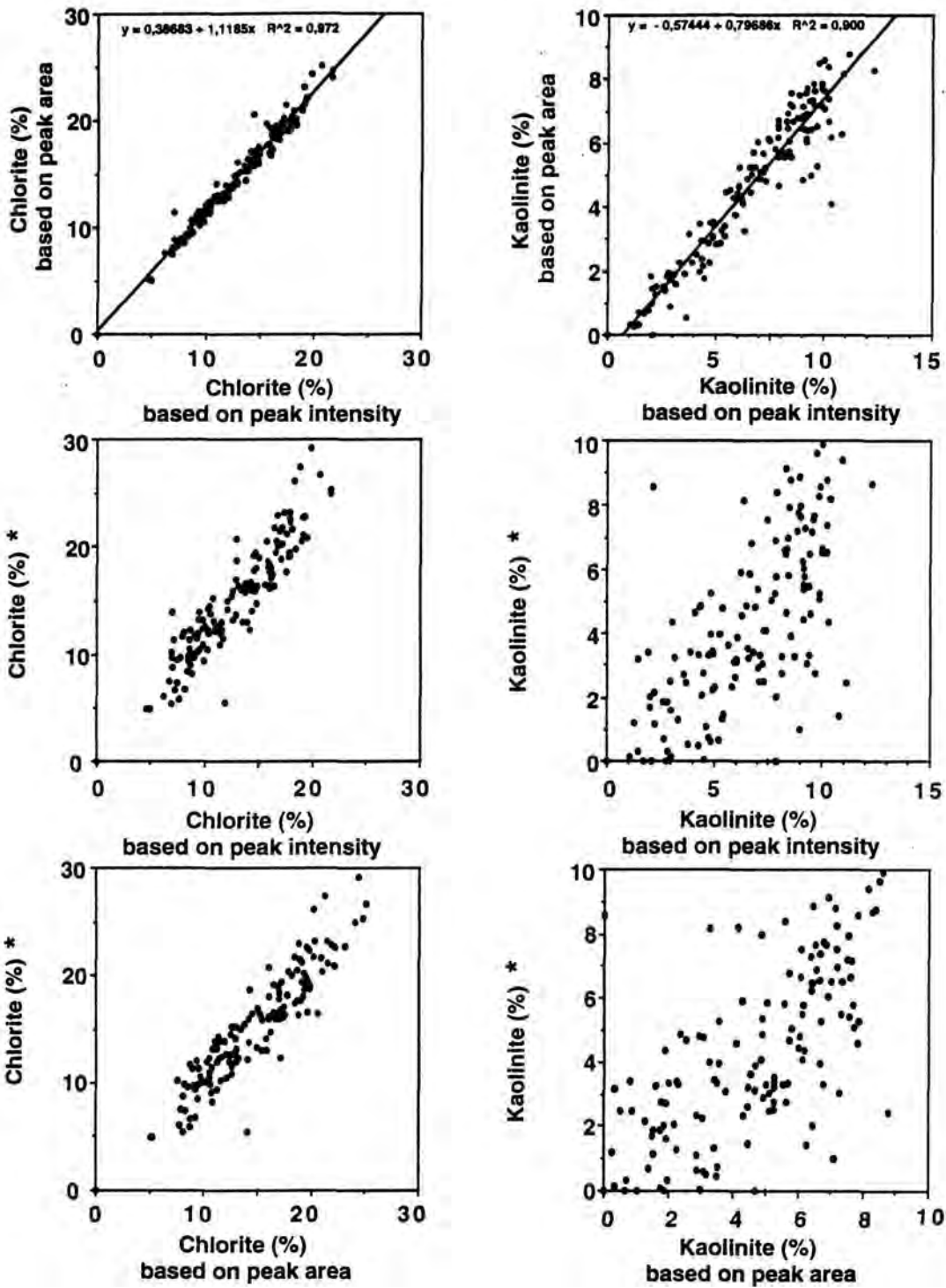


Abb. 26: Korrelation der unterschiedlichen Methoden zur Bestimmung des Kaolinit - bzw. Chloritgehaltes am Röntgenbeugungsspektrum von Tonpräparaten (basierend auf Peakintensität (intensity), -fläche (area) und * = Gehalt bestimmt nach R. Petschick (unpubl.)).

Ein Vergleich der Ergebnisse der drei verschiedenen Auswertungen des Kaolinit/Chlorit-Verhältnisses zeigt eine gute Vergleichbarkeit der Auswertungen über Intensitäts- und Flächenverhältnisse. Die dritte Methode zeigt systematische Abweichungen zu den beiden anderen (Abb. 26). Ein Grund für diese Abweichungen liegt in individuell durchzuführenden Korrekturen bei der Auswertung des dominanten Peaks, z. B. der Untergrundkorrektur um einen in der Flanke des Chloritpeaks auftretenden Feldspatreflex. Darüberhinaus läßt die einfache Verdopplung eines Peaks außer acht, daß Beugungsreflexe asymmetrisch aufgebaut sind. Im Rahmen der Meßgenauigkeit der gesamten Methode erscheint eine Auswertung der Kaolinit/Chlorit-Anteile anhand des Verhältnisses der Peakintensitäten zueinander für die Proben der vorliegenden Arbeit angemessen. Sie bietet darüberhinaus den Vorteil der Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit Literaturdaten, die sich ebenfalls meist auf die Relation der Peakintensitäten beziehen (z.B. Lange, 1982; Park & Khim, 1992; Stein & Robert, 1985).

5.5. Berechnung von Akkumulationsraten

Die Berechnung von Akkumulationsraten ist im Hinblick auf eine Bilanzierung von Sedimentmengen eine Fortsetzung auf der Basis der Alters - Tiefenbeziehung bzw. der linearen Sedimentationsraten (LSR) (vgl. S. 24, Kap. 4). Letztere sind zum Vergleich mit anderen Sedimenten nur bedingt geeignet, da hier der Einfluß des Verfestigungsgrades bzw. der Kompaktion der Sedimente unberücksichtigt bleibt. Aus diesem Grund wurden absolute Sedimentzufuhrmengen oder auch Akkumulationsraten (AR_{Gesamt}) unter Einbeziehung von Porosität und Naßdichte berechnet, um auf diese Weise auch die Sedimentkompaktion zu berücksichtigen.

Unter Verwendung von Porositäts- (PO) und Naßdichte- (WBD) Daten aus Ingle et al. (1990) wurden Gesamtakkumulationsraten ($AR_{\text{Ges.}}$ in $\text{g/cm}^2/\text{ky}$) nach der Gleichung von van Andel et al. (1975) berechnet (vgl. Tab. 3 und Tab. 4):

$$(V) \quad AR_{\text{Ges.}} = LSR * (WBD - 1,026 * (PO/100))$$

Die Akkumulationsraten der Einzelkomponenten errechnen sich folglich aus:

$$(VI) \quad AR_{\text{Komponente}} = \frac{AR_{\text{Ges.}} * \text{Gew. \%Komponente}}{100}$$

Gesamtakkumulationsraten, wie auch Akkumulationsraten der Einzelkomponenten des terrigenen Sedimentanteils, dienen im folgenden als Basis für Abschätzungen der quantitativen Sedimentzufuhr sowie deren lateraler und zeitlicher Korrelation.

6. Ergebnisse

6.1. Granulometrie

Die Korngrößenverteilung ist für beide Bohrungen in Abbildung 27 in einem ternären Diagramm dargestellt. Der granulometrische Aufbau des Sedimentes gestaltet sich sehr einheitlich; nahezu sämtliche Proben liegen im Übergangsbereich zwischen siltigem Ton und tonigem Silt.

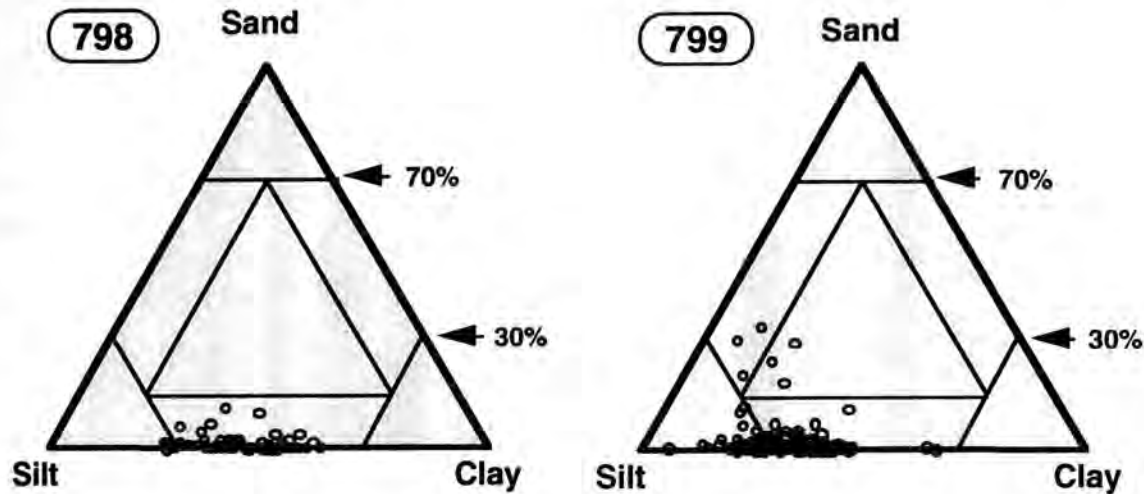


Abb. 27: Sand/Silt/Ton-Verhältnisse im Dreiecksdiagramm.

Aufgetragen gegen die Tiefe zeigt die Korngrößenverteilung in Bohrung 798 zwei unterschiedlich aufgebaute Bereiche (Abb. 28). Der Abschnitt zwischen 500 und 190 m (4,8 bis 1,7 Ma) ist je zur Hälfte aus Ton und Silt zusammengesetzt, während im darüber liegenden Kernsegment von 190 bis 0 m der Tongehalt zugunsten des Siltgehaltes auf 20 bis 40 % (Mittelwert = 37 %) abnimmt. Die Sandanteile sind vernachlässigbar gering. Sie zeigen nur wenige Einzelpeaks (zwei Proben weisen Sandgehalte von > 5 % auf), die im oberen Abschnitt aus Biogenfraktion (Foraminiferen- oder Diatomeensand) und nur im untersten Bereich aus Mineraldetritus in Sandkorngröße bestehen (Abb. 28).

In den Sedimenten der Bohrung 799 ist der Siltgehalt im Vergleich zu Bohrung 798 insgesamt höher und schwankt zwischen 34 und 85 % (Mittelwert = 70 %) (Abb. 28). Der restliche Anteil des Sedimentes besteht fast ausschließlich aus Tonfraktion (6 bis 66 %). Dabei nimmt der Tongehalt in 115 m Tiefe von zuvor durchschnittlich 30 % auf mittlere Anteile von 22 % ab (Abb. 28). Des weiteren zeigt dieser jüngste Kernabschnitt oberhalb von 115 m deutlich stärkere Schwankungen in der granulometrischen Zusammensetzung. Die Sandfraktion spielt auch in der Beckenposition quantitativ keine bedeutende Rolle. Einzelne, sandreichere Lagen sind ungleichmäßig über den Kern verteilt. Insgesamt erreichen nur 13 von 150 Proben einen Sandgehalt von über 5 % (Abb. 28). Hierbei handelt es sich um Foraminiferen- und

Diatomeensande sowie um Mineraldetritus und Material vulkanischer Herkunft (z.B. Glas- und Bimsartikel).

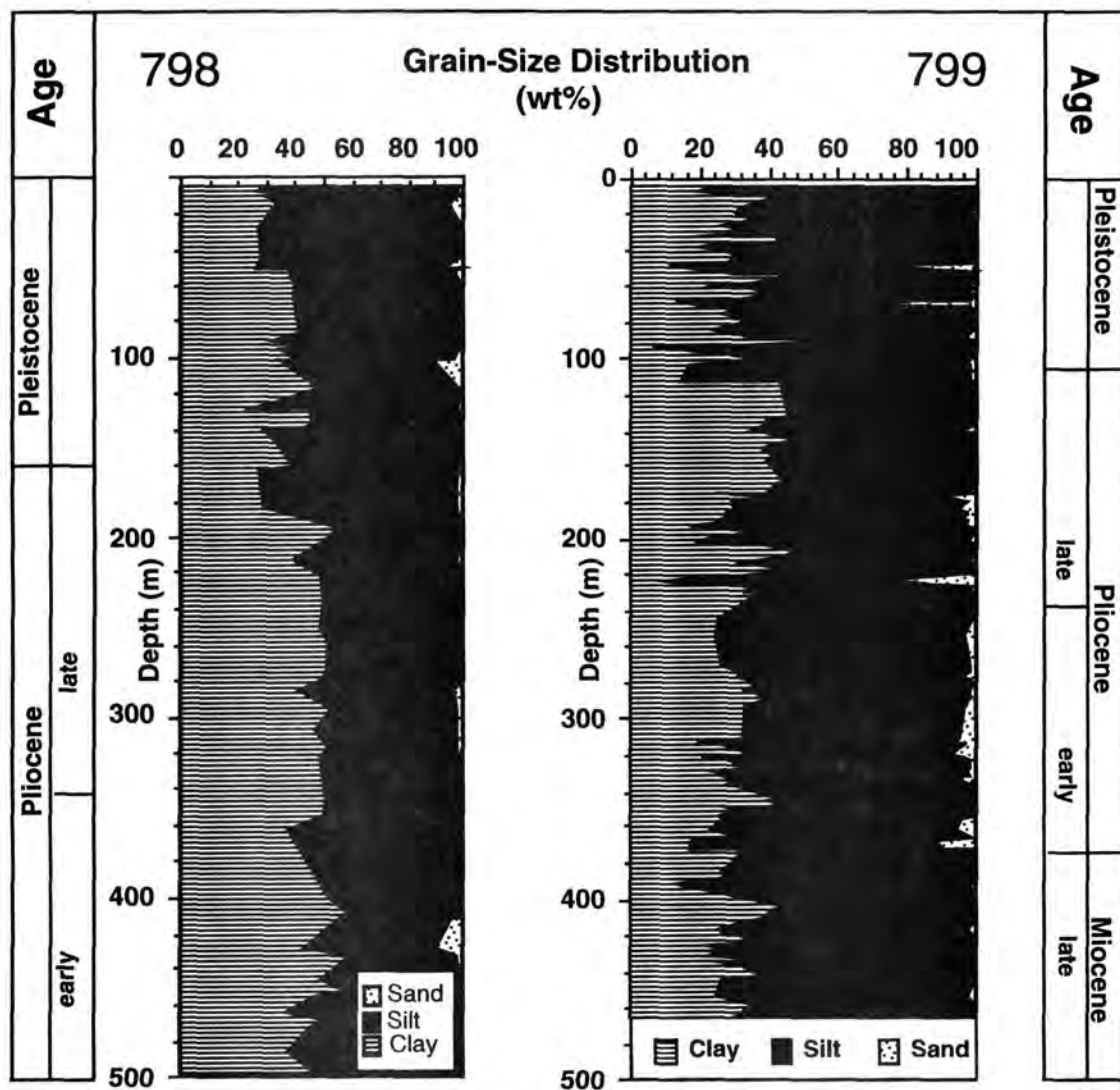


Abb. 28: Korngrößenverteilung der Sedimente von Bohrung 798 und Bohrung 799 (Sand, Silt und Ton in Gew. %).

6.1.1. Statistische Korngrößenparameter in der Siltfraktion

6.1.1.1. Bohrung 798

Anhand der statistischen Korngrößenparameter kann Bohrung 798 ebenfalls in zwei unterschiedlich aufgebaute Abschnitte gegliedert werden. Der liegende Kernabschnitt (500 bis 120 m; 4,8 bis 1,2 Ma) unterscheidet sich mit seinem eher einheitlichen Muster signifikant von dem durch stark oszillierende Wechsel gekennzeichneten hangenden Abschnitt (120 bis 0 m; 1,2 Ma bis rezent) (Abb. 29).

Die mittlere Korngröße (Mean) der Sedimente von Bohrung 798 schwankt zwischen 5,7 und 7,6 Φ° (Φ°) und liegt damit im Bereich von Mittel- bis Feinsilt (Abb. 29). Vom Liegenden zum Hangenden ist ein kontinuierlicher Übergang zu feineren mittleren Korngrößen zu beobachten. Oberhalb von 120 m ist keine weitere Korngrößenabnahme des Siltes mehr zu erkennen. Deutliche Fluktuationen um einen Mittelwert von 6,8 Φ° sind im jüngsten Abschnitt (120 bis 0 m; 1,2 Ma bis rezent) typisch.

Die Sortierung der Siltproben (Sorting) wechselt zwischen Werten von 0,4 und 1,2 (d.h. zwischen guter und mäßiger Sortierung) und zeigt dabei über den untersuchten Bereich der Bohrung eine ausgeprägte Zweiteilung (Abb. 29). Im Abschnitt von 500 bis 120 m (4,8 bis 1,2 Ma) sind die Siltproben mäßig gut sortiert. In den jüngeren Sedimenten oberhalb von 120 m (1,2 Ma) schwankt die Sortierung hingegen zwischen mäßig und gut.

In positiven bzw. negativen Schiefewerten (Skewness) ist ein Feinkornüberschuß bzw. Grobkornüberschuß im Silt dokumentiert. Die Siltproben von Bohrung 798 schwanken zwischen positiven (+0,4) und negativen (-0,3) Schiefewerten (Abb. 29). Auch die Schiefe der Korngrößenverteilung zeigt zwei unterschiedliche Bereiche im Kernverlauf. Von 500 bis 120 m (4,8 bis 1,2 Ma) herrscht fast ausschließlich ein Überschuß an Feinkornmaterial vor. In den darüber liegenden Sedimenten von 120 bis 0 m (1,2 Ma bis rezent) setzt relativ abrupt ein stark oszillierender Wechsel von Proben mit deutlichem Feinkornüberschuß und solchen mit ausgeprägtem Grobkornüberschuß ein.

Die Kurtosis oder auch Spitzigkeit der Korngrößenverteilung ist ein Maß für die Streuung der Daten sowie die "Normalität" (Gauss'sche Verteilung) der Korngrößenverteilung in der Probe. Sie zeigt in der Siltfraktion von Bohrung 798 häufig eine hoch- bis sehr hochgipfelige ("leptokurtic" bis "very leptokurtic"; Tucker, 1988) Gestalt (Abb. 29). In der Regel geht die Hochgipfeligkeit mit einem Feinkornüberschuß und einer relativ guten Sortierung der entsprechenden Proben einher (Abb. 29).

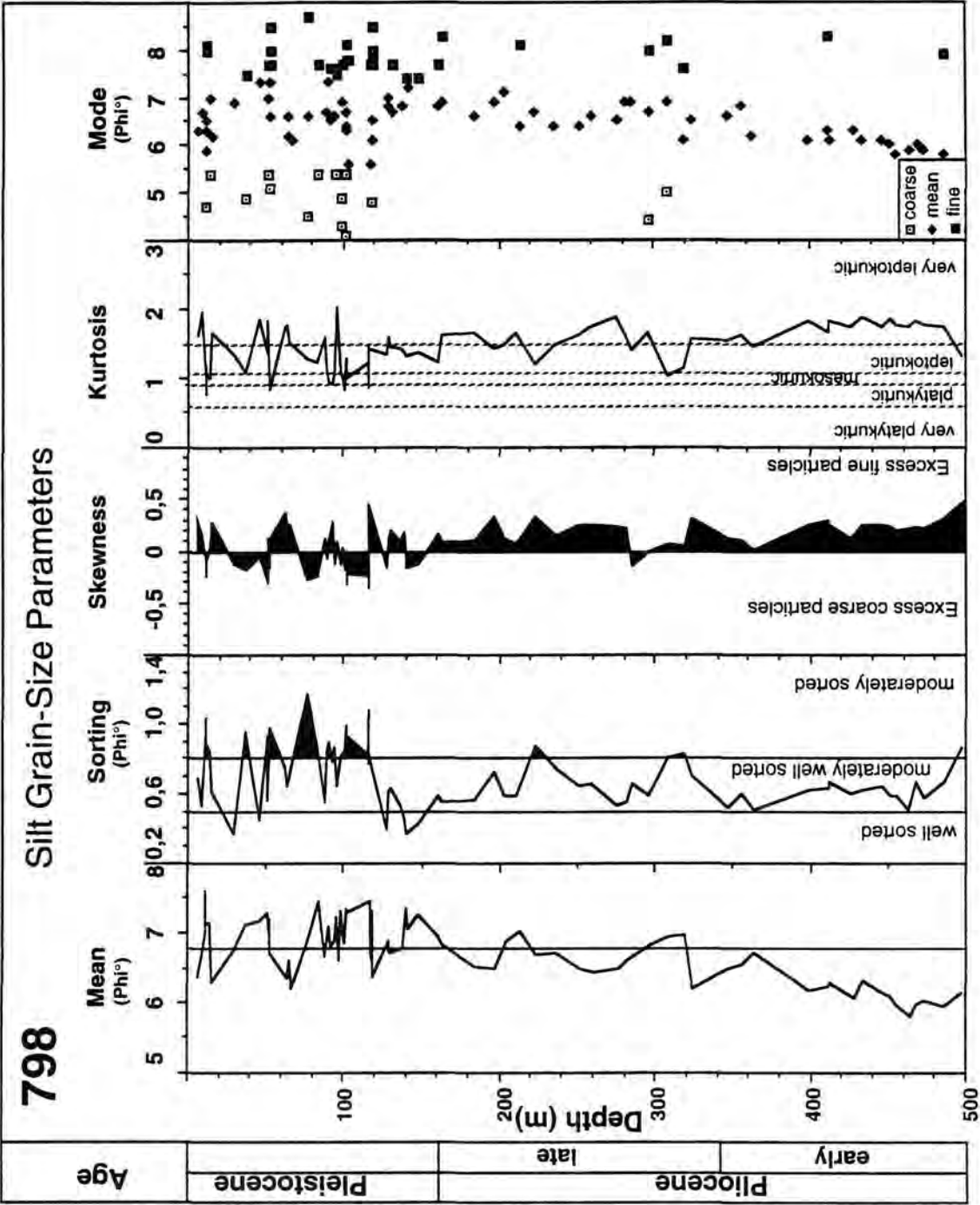


Abb. 29: Statistische Korngrößenparameter der Siltfraktion von Bohrung 798.

Ebenso wie für die übrigen Korngrößenparameter der Siltfraktion von Bohrung 798, wird auch in der Darstellung der graphisch ermittelten Modalwerte (Mode) der Proben eine Zweiteilung in der Ablagerungssequenz deutlich (Abb. 29). Insgesamt schwanken die Modalwerte nahezu über das gesamte Siltkorngrößenspektrum zwischen $4,1$ und $8,6 \Phi^\circ$. Im unteren Abschnitt (500 bis 120 m; 4,8 bis 1,2 Ma) ist, vergleichbar mit der Entwicklung der mittleren Korngröße, eine kontinuierliche Korngrößenabnahme des dominanten Modalwertes vom Mittelsiltbereich bis in den Feinsiltbereich zu beobachten. Modalwerte im Feinsilt oder Grobsiltbereich kommen daneben vereinzelt vor. Im obersten Abschnitt von 120 bis 0 m (1,2 Ma bis rezent) schwanken die Modalwerte zwischen den oben angegebenen Minima und Maxima (Abb. 29). Dieser Abschnitt fällt weiterhin durch das Auftreten von polymodalen Korngrößenverteilungen auf. Photos von Schmierpräparaten der Siltproben zeigen, daß die gröberen Modalwerte in einer polymodal aufgebauten Probe auf Biogenopal und/oder (frisches) vulkanisches Glas zurückzuführen sind (Abb. 30). Dessen ungeachtet liegt der Hauptmodalwert in der Regel im Mittelsiltbereich und wird von einer Mineralmatrix gebildet, die hauptsächlich aus Quarz mit unterschiedlichen Feldspat- und Glimmergehalten besteht (Abb. 30).

6.1.1.2. Bohrung 799

Bohrung 799 zeigt einen weitaus komplexeren Aufbau in den statistischen Siltkorngrößenparametern der untersuchten Sedimentproben. Die Amplitude der Variationen ist im Vergleich zu Bohrung 798 in der Regel wesentlich höher (Abb. 31). In der Entwicklung der einzelnen Parameter kann im allgemeinen ein liegender Bereich von 466 bis 240 m (6,7 bis 3,5 Ma) mit stärkeren Fluktuationen von einem hangenden jüngeren Kernabschnitt mit schwächer ausgebildeten Schwankungen in den statistischen Korngrößenparametern (240 bis 0 m; 3,5 Ma bis rezent) unterschieden werden.

Die mittlere Korngröße (Mean) in der Siltfraktion schwankt zwischen $5,5$ und $7,8 \Phi^\circ$ und liegen demzufolge im Mittel- bis Feinsiltfenster. Aufgrund einer Abnahme des gröberen Siltanteils nehmen die Schwankungsbreiten der mittleren Korngröße zum Hangenden hin deutlich ab (Abb. 31). Im Abschnitt zwischen 466 und 240 m (6,7 bis 3,5 Ma) ist eine kontinuierliche Korngrößenabnahme der mittleren Korngröße zu beobachten.

Der Sortierungsgrad der Siltproben (Sorting) von Bohrung 799 nimmt generell vom Liegenden zum Hangenden ab (Abb. 31). Die Schwankungsbreite der Einzelwerte wird, wie bei den mittleren Korngrößen (s.o.), der Schiefe der Korngrößenverteilung sowie der Kurtosis (s.u.), zum Hangenden deutlich geringer. Im liegenden Abschnitt von 466 bis 240 m treten mäßig bis gut sortierte Proben auf, im hangenden Bereich von 240 bis 0 m überwiegen mäßig sortierte Proben. Insgesamt ist daher zum

Hangenden eine Tendenz zu schlechterer Sortierung, bei gleichzeitig einheitlicherem Sortierungsmuster zu beobachten.

Die Schiefe der Korngrößenverteilung (Skewness) von Bohrung 799 wird durch Proben mit Feinkornüberschuß geprägt (Abb. 31). Daneben ist von 360 bis 230 m (5 bis 3,4 Ma) ein Bereich mit dominantem Grobkornüberschuß dokumentiert.

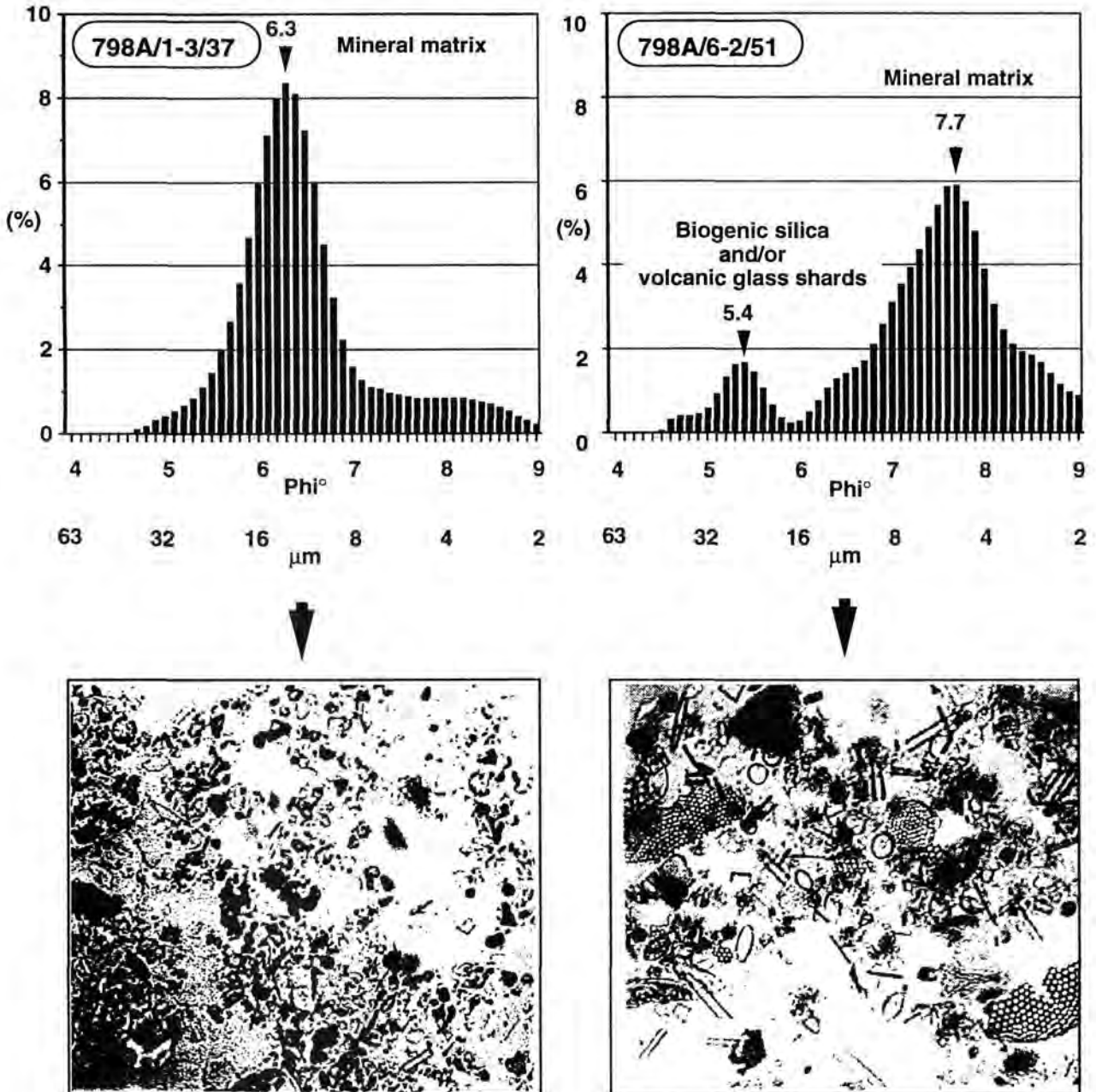
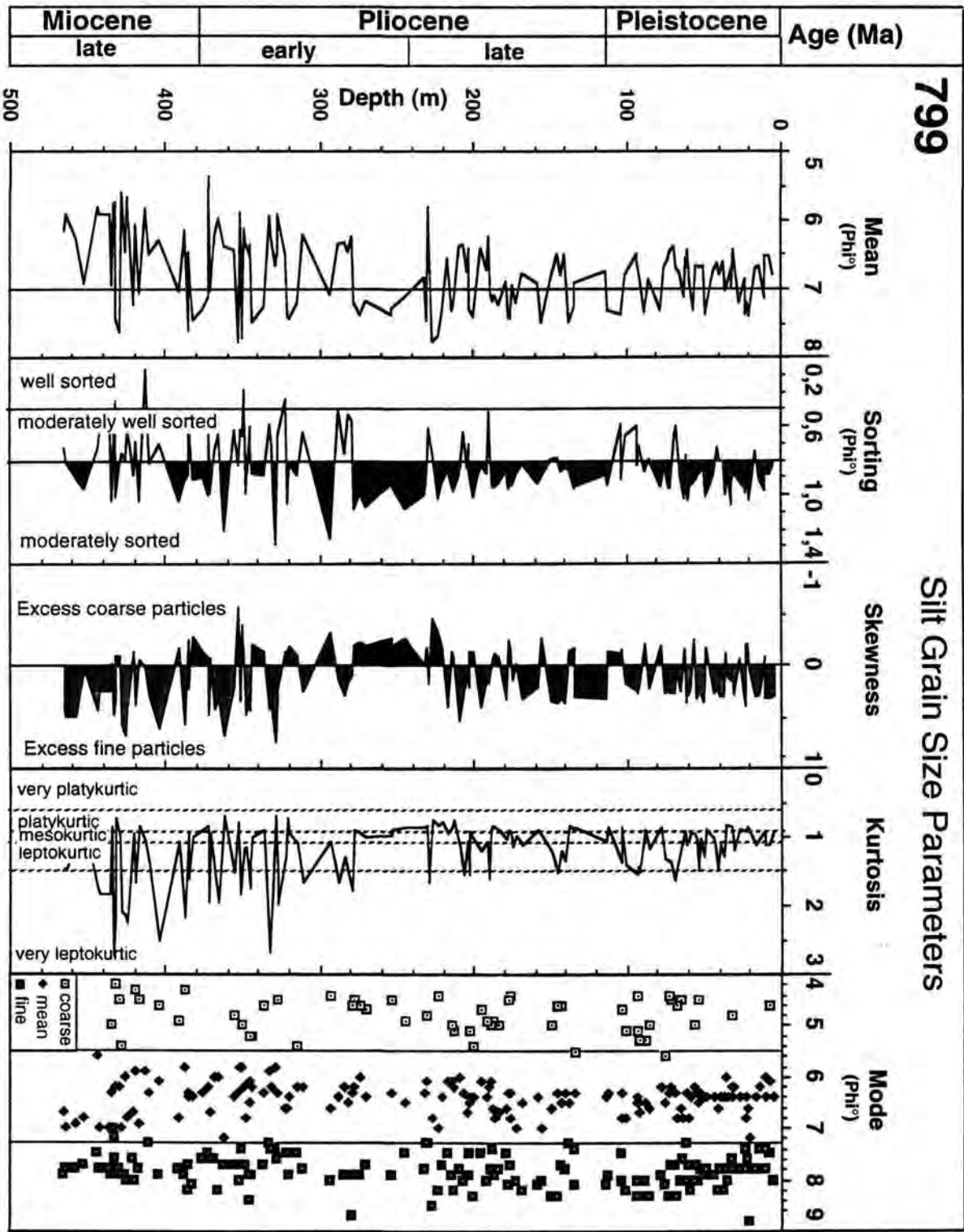


Abb. 30: Einfluß von Biogenopal auf die Korngrößenverteilung am Beispiel von zwei ausgesuchten Proben (die Breite der Photos entspricht 500 μm).

Abb. 31: Statistische Korngrößenparameter der Siltfraktion von Bohrung 799.



Die Kurtosis schwankt im unteren Abschnitt (466 bis 240 m) (6,7 bis 3,5 Ma) zwischen 0,9 und 2,8 und ist damit als relativ hochgipfelig zu bezeichnen (leptokurtic) (Abb. 31). Die Minimalwerte bleiben auch über diesen Abschnitt hinaus erhalten, während die Maxima zum Hangenden hin deutlich abnehmen. Die Werte pendeln sich hier bei ca. 1 ein.

Die Modalwerte (Mode) wurden, wie auch für Bohrung 798, aus den Frequenzverteilungskurven graphisch bestimmt. In Abbildung 31 kommt deutlich eine über die gesamte Bohrung dominante polymodale Korngrößenverteilung zum Ausdruck. Daneben treten alternierende Wechsel zwischen Proben mit Hauptmodalwerten im Feinsilt und Grobsilt auf. Das Gesamtspektrum der auftretenden Modalwerte deckt sich nahezu mit dem des Siltkorngrößenbereichs und schwankt zwischen 4,1 und 8,8 Φ° (Abb. 31). Dominant sind dabei die Modalwerte im Mittel- bis Feinsiltbereich. Die Werte selbst zeigen in allen Fraktionen von Grob- bis Feinsilt unterhalb von 240 m (3,5 Ma) gröbere Korngrößen im Vergleich zum darüber liegenden jüngeren Abschnitt. Im obersten Bereich (115 bis 0 m; 1,2 Ma bis rezent) kann schließlich wieder eine leichte Korngrößenzunahme in den Modalwerten beobachtet werden (Abb. 31).

6.2. Gesamtmineralogie

In beiden untersuchten Sedimentkernen sind die Mineralparagenesen generell sehr ähnlich (Abb. 32, 33). Der Terrigenanteil der Sedimente wird von Quarz, Feldspat und Glimmer dominiert. Daneben sind Akzessorien wie Pyrit, Gips, Amphibol, Apatit, Glaukonit und weitere Sulfiderzminerale (s. Anhang), ferner verschiedene Tonminerale (Kaolinit, Chlorit und Illit; vgl. Kap. 6.3.) als röntgenographisch identifizierte Mineralphasen in den Sedimenten vorhanden (vgl. Kap. 5.4.1.1.). Außerdem treten Kalzit und Diageneseprodukte von Biogenopal (Opal C/T) auf, die zum Biogenanteil des Sedimentes gehören. Insgesamt gesehen ist der prozentuale Anteil der siliziklastischen Komponenten im Miozän und unteren Pliozän geringer als in den oberpliozänen bis pleistozänen Sedimenten. In den quantitativen und qualitativen Mineralverteilungen treten deutliche zyklische Schwankungen auf, die in ausgesuchten Kernabschnitten Gegenstand von Detailuntersuchungen sind (s. Kap. 6.2.1.2. und 6.2.1.3.).

6.2.1. Bohrung 798

6.2.1.1. Langzeitentwicklung

Der **Quarz**gehalt (Quartz) der Sedimente von Bohrung 798 schwankt zwischen 3 und 21 % und ist durch eine Zunahme zum Hangenden gekennzeichnet (Abb. 32). Die Verteilung des Quarzanteils kann dabei in zwei Abschnitte gegliedert werden. Der unterste Kernbereich von 520 bis 285 m (5 bis 2,4 Ma) zeichnet sich durch relativ ein-

heitliche Quarzgehalte um 10 % aus (Abb. 32). In den darüber folgenden Sedimenten oberpliozänen bis pleistozänen Alters ist, nach einem drastischen Anstieg der Werte vor 2,4 Ma, die Amplitude der Schwankungen der Einzelwerte nahezu verdoppelt. Der höchste Quarzwert (21 %) markiert gleichzeitig den Übergang zu diesem Abschnitt (Abb. 32). Am Übergang zum Pleistozän erreichen die Quarzgehalte, bei beständig hoher Fluktuation der Einzelwerte, den insgesamt niedrigsten Wert von 3 % (Abb. 32). In den jüngsten Sedimenten der obersten 30 m der Sedimentsäule liegen die Quarzgehalte generell über 10 %.

Die Verteilung von **Feldspat** (Feldspar) in den Sedimenten von Bohrung 798 zeigt Gehalte von 0 bis 28 % und weist ebenfalls eine Zunahme zum Hangenden auf (Abb. 32). Eine Ausnahme stellt der unterste Abschnitt von 520 bis 430 m (5 bis 4,0 Ma) dar. Dieser Bereich wird durch hohe Feldspatgehalte charakterisiert (durchschnittlich 10 %). Von 430 bis 285 m (4,0 bis 2,4 Ma) bleibt im folgenden Abschnitt der Feldspatanteil mit durchschnittlich 6 % relativ gering. In 285 m bzw. vor 2,4 Millionen Jahren ist ein markanter Anstieg der Feldspatgehalte zu erkennen (Abb. 32). In den jüngeren oberpliozänen bis pleistozänen Sedimenten liegen die mittleren Feldspatwerte bei 8 %. Dabei wird in einem durch hohe Feldspatgehalte gekennzeichneten Bereich zwischen 200 und 160 m (1,8 bis 1,5 Ma) der Maximalwert von 28 % erreicht (187 m; Abb. 32) (1,6 Ma). Ähnlich wie in der Quarzverteilung ist auch der Feldspatanteil dieser jüngsten plio-/pleistozänen Sedimente oberhalb von 285 m (2,4 Ma) durch ausgeprägte zyklische Schwankungen charakterisiert (Abb. 32).

Das **Quarz/Feldspat**-Verhältnis (Qtz/Fsp-ratio) schwankt zwischen 0,1 und 8,4. Im untersten Abschnitt ist das Verhältnis aufgrund des hohen Feldspatgehaltes sehr niedrig (Abb. 32). Im Übergangsbereich zwischen Unter - und Oberpliozän (430 bis 200 m; 4,0 bis 1,8 Ma) ist eine ausgeprägte Quarzdominanz in Verhältnissen von meist $> 1,5$ dokumentiert. Von 200 bis 160 m (1,8 bis 1,5 Ma) ist der Feldspatanteil erneut deutlich erhöht, und die Quarz/Feldspat-Verhältnisse erreichen so Minimalwerte $\ll 1$. Darauf folgt in 160 m (1,5 Ma) Tiefe ein Anstieg der Quarz/Feldspat-Verhältnisse auf Werte bis zu 4 (Abb. 32). Zum Hangenden hin sinkt die relative Dominanz von Quarz über Feldspat sukzessive wieder auf niedrigere Werte um 1,5 ab (Abb. 32).

Insgesamt liegen die **Glimmergehalte** (Mica) der Sedimente von Bohrung 798 zwischen 1 und 27 %, mit durchschnittlich 9 % unterhalb und durchschnittlich 8 % oberhalb von 285 m (2,4 Ma). Bedingt durch die Abnahme der Maximalwerte sind die Schwankungsamplituden im Pleistozän kleiner als in den älteren Sedimenten pliozänen Alters (Abb. 32).

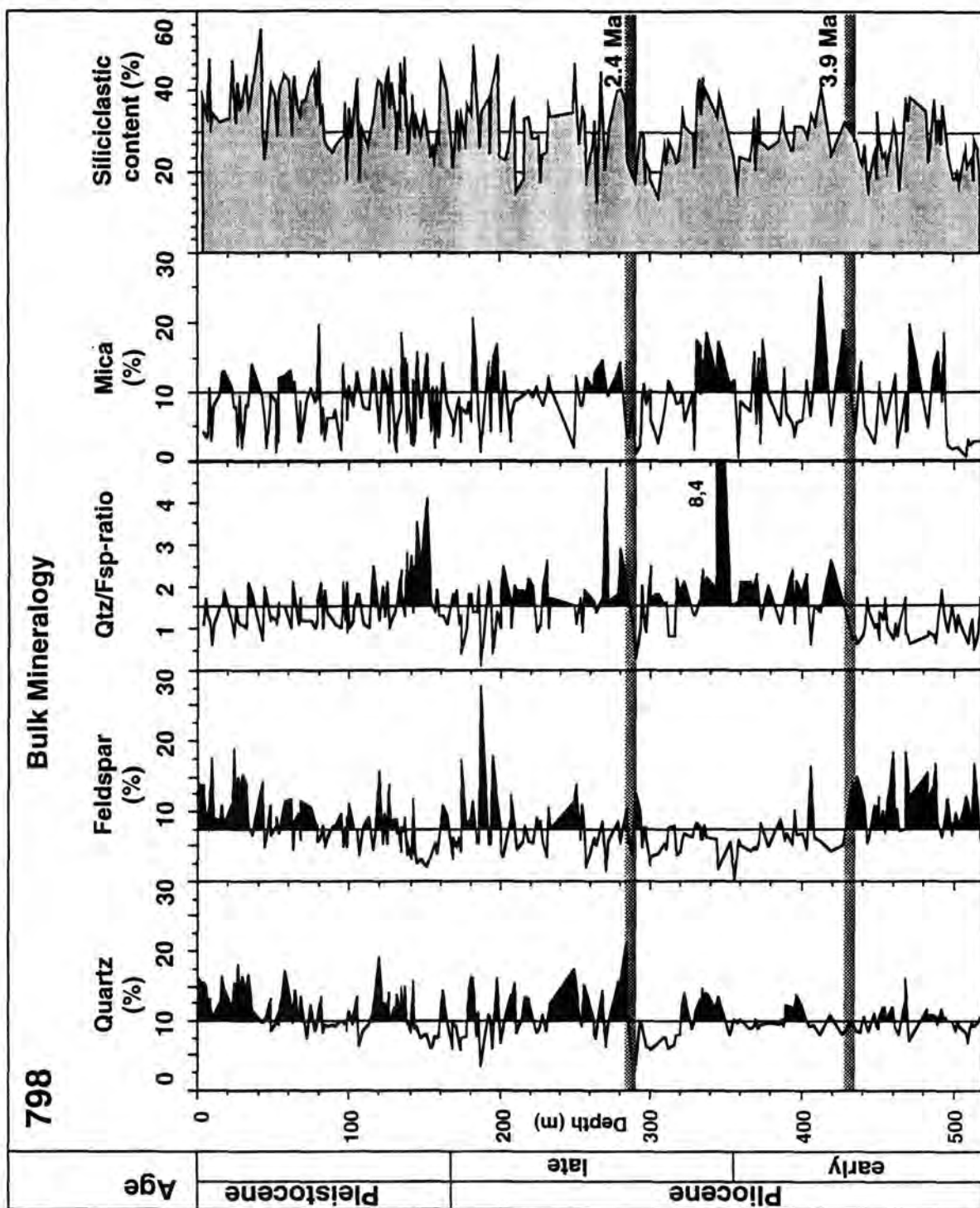


Abb. 32: Mineralogische Zusammensetzung von Bohrung 798.

Die Summe der mit der Röntgendiffraktometrie erfaßten terrigenen Bestandteile (Siliciclastic content) schwankt zwischen 13 und 55 % (Abb. 32). Die Gehalte des siliziklastischen Materials zeigen dabei ausgeprägte zyklische Variationen unterschiedlicher Ordnung (Abb. 32). Von 520 bis 285 m (5 bis 2,4 Ma) sind die Gehalte mit durchschnittlich 27 % vergleichsweise niedrig. In den Sedimenten oberhalb von 285 m (2,4 Ma) steigt der Durchschnittswert bei deutlich höherer Schwankungsbreite auf 33 % (Abb. 32). In den obersten 90 m werden die höchsten Gesamtgehalte mit Werten meist über 30 % erreicht. Diese aufsummierten Gehalte sind als Minimalwerte für den Gesamtterrigengehalt anzusehen, da aus methodischen Gründen nicht sämtliche in der Probe enthaltenen Bestandteile identifiziert werden. Die Richtigkeit und Reproduzierbarkeit der hier aufgeführten quantitativen Mineraldaten wird davon jedoch nicht beeinflusst (vgl. Kap. 5.4.1.).

6.2.1.2. Segmentproben

Im folgenden werden Ergebnisse der gesamtmineralogischen Zusammensetzung eines detailliert beprobten Abschnittes von Teilbohrung 798B (Sektion 13 bis 15, 113 bis 143 m; oberstes Pliozän) beschrieben. Es handelt sich dabei um lückenlos aufeinander folgende Segmentproben über jeweils 25 cm (vgl. Kap. 3). Anhand von Bohrlochmessungen sedimentphysikalischer Parameter konnte bereits an Bord der zyklische Sedimentaufbau dieses Abschnittes (innerhalb der Lithologie-Einheit I; vgl. Kap. 3) festgestellt werden. Die Tiefenangaben der Proben sind anhand einer Aschelage mit den Tiefen der Bohrlochmessungen korreliert (DeMenocal et al., 1992), d.h. sie weichen somit von der in der vorliegenden Arbeit üblichen Tiefenzuordnung der Proben in Bohrung 798 (geringfügig) ab. Diese "Log-Tiefe" wurde zur Vergleichbarkeit mit anderen, an den gleichen Proben gewonnen Daten beibehalten.

Der **Quarz**gehalt in den Segmentproben variiert zwischen 7 und 17 % und zeigt deutliche zyklische Wechsel (Abb. 33). Die **Feldspat**gehalte schwanken zwischen 4 und 12 %. Darüberhinaus ist ein markanter Anstieg der Feldspatgehalte zum Hangenden hin zu erkennen. Im Vergleich zu Quarz und Feldspat sind die Fluktuationen der **Glimmer**gehalte, die insgesamt zwischen 3 und 13 % schwanken, deutlich größer (Abb. 33). In der **Summenkurve**, die neben den oben beschriebenen Hauptbestandteilen auch die Mineralakzessorien beinhaltet (vgl. Kap. 6.2.), sind Schwankungen des terrigenen Sedimentanteils zwischen 23 und 40 % zu erkennen (Abb. 33). Auch die Summenkurve zeigt, vergleichbar zu den Feldspatgehalten, einen deutlichen Anstieg im jüngeren Teil des untersuchten Sedimentabschnittes und weist, wie die Quarz-, Feldspat- und Glimmergehalte, einen zyklischen Verlauf auf (Abb. 33).

Gegensatz zur Zusammensetzung der organischen Substanz der Hell/Dunkel-Zyklen (Stax, 1993), zeigen die Quarzgehalte demnach keine ausgeprägte Differenzierung innerhalb einzelner Zyklen. Sie lassen lediglich eine langfristige Abnahme des Quarzanteils zum Hangenden erkennen.

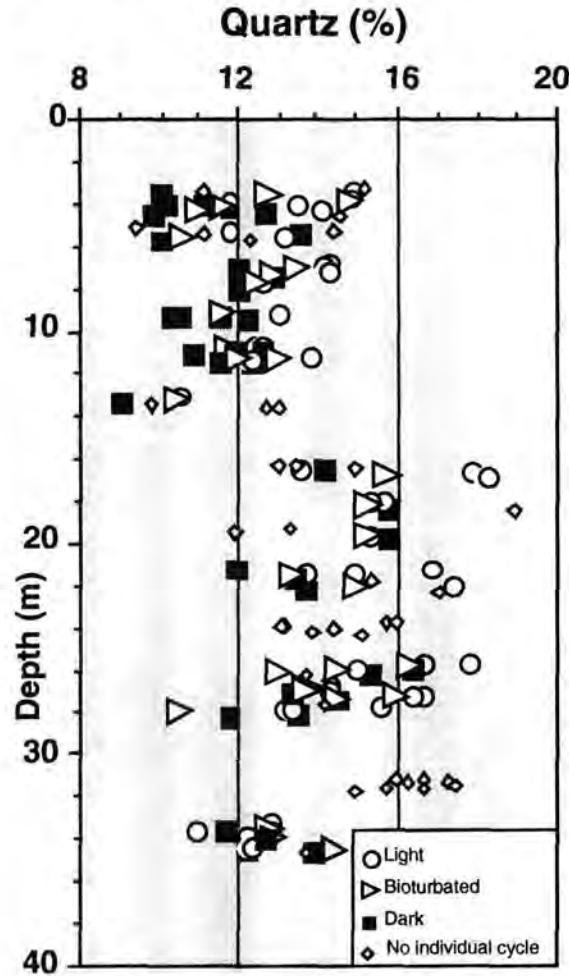


Abb. 34: Quarzgehalte der untersuchten Hell/Dunkel-Zyklen von Teilbohrung 798B (vgl. Kap. 3, Abb. 15).

6.2.2. Bohrung 799

Die **Quarzgehalte** der Proben von Bohrung 799 schwanken, vergleichbar mit den Werten von Bohrung 798, zwischen 2 und 21 %. Dabei steigen die mittleren Quarzwerte von zunächst 6 % (1 bis 11 %; 466 bis 310 m; 6,7 bis 4,4 Ma) über durchschnittlich 8 % (4 bis 14 %; 310 bis 174 m; 4,4 bis 2,4 Ma) auf mittlere Werte um 14 % in den obersten 174 m (2,4 Ma) der Bohrung (Abb. 35). Die Änderungen der Quarzgehalte in den jüngeren Sedimenten des obersten Pliozäns und Pleistozäns zeigen darüberhinaus ausgeprägte, rhythmische Schwankungen (Abb. 35).

Die **Feldspatgehalte** in der Sedimentabfolge schwanken zwischen 2 und 22 % (Abb. 35). Der Verlauf der Feldspatkurve ist der Quarzverteilung in der Bohrung ausgespro-

chen ähnlich und läßt sich in die gleichen drei Tiefenabschnitte gliedern. Im liegenden Bereich vom Miozän bis ins mittlere Oberpliozän steigen die mittleren Feldspatgehalte von 4 % auf durchschnittlich 5 % an (Abb. 35). Im obersten Pliozän und Pleistozän schließlich erreichen die Feldspatgehalte einen Mittelwert von 9 %. Dieser jüngste Abschnitt ist darüberhinaus geprägt von markanten Fluktuationen zwischen den einzelnen Werten (Abb. 35).

Das **Quarz/Feldspat**-Verhältnis der Sedimente von Bohrung 799 schwankt zwischen 0,6 und 5 und zeigt meist eine deutliche Quarzdominanz. Der Verlauf der Kurve kann generell in zwei Abschnitte unterteilt werden: Im Miozän bis Unterpliozän (466 bis 260 m; 6,7 bis 3,8 Ma) sind Werte $< 1,5$ typisch. Für die oberpliozänen bis pleistozänen Sedimente (260 bis 0 m; 3,8 Ma bis rezent) überwiegt deutlich der Quarzeinfluß mit Quarz/Feldspat-Verhältnissen von $> 1,5$ (Abb. 35).

Glimmer, als dritter Hauptbestandteil der terrigenen Mineralphasen von Bohrung 799, zeigt in seiner Tiefenverteilung in den Sedimenten ausgeprägte Schwankungen, die besonders deutlich in den obersten 240 m hervortreten (Abb. 35). Die Glimmergehalte liegen zwischen 2 und 23 %. Im liegenden Abschnitt (466 bis 240 m; 5 bis 3,5 Ma) ist ein Durchschnittswert von 8 % zu beobachten. Oberhalb von 240 m steigt der mittlere Glimmergehalt auf 12 % an.

Die Summenkurve des terrigenen Phasenbestandes zeigt einen Anstieg der Werte zum Hangenden und schwankt zwischen 10 bis 62 % (Abb. 35). Die Abfolge kann, wie die zuvor beschriebenen Parameter Quarz und Feldspat, in drei Abschnitte gegliedert werden. Im unteren Bereich von 466 bis 240 m (6,7 bis 3,5 Ma) liegt der Mittelwert bei 24 %. Im Abschnitt zwischen 240 und 174 m (3,5 bis 2,4 Ma) steigen die Werte auf durchschnittlich 29 % an. In den obersten 174 m (seit 2,4 Ma) sind die Einzelwertschwankungen drastisch erhöht und die mittleren Terrigengehalte liegen hier bei 42 % (Abb. 35).

Die Biogenopalgehalte (Biogenic Opal) von Bohrung 799 wurden graphisch am Röntgenbeugungsspektrum ermittelt (s. Kap. 5.4.1.3.; Dersch & Stein, 1991). Insgesamt zeigt der Biogenopalanteil in der Bohrung eine allmähliche Abnahme zum Hangenden. Der Anteil an Kieselorganismen schwankt zwischen < 10 (zur Bestimmungsgrenze s. Dersch & Stein, 1991) und mehr als 80 %. Anhand der Opalgehalte sind drei verschiedene Abschnitte abgrenzbar (Abb. 35). Von 467 bis 280 m (6,7 bis 4 Ma) sind die Opalgehalte z. T. sehr hoch und steigen in diesem Abschnitt bis auf 84 % an. Der folgende Abschnitt von 280 bis 174 m (4 bis 2,4 Ma) weist deutlich niedrigere mittlere Werte von 20 % auf. Im jüngsten Kernabschnitt von 174 bis 0 m (2,4 Ma bis rezent) wechseln die Opalgehalte nochmals von durchschnittlich 15 % (2,4 bis 1 Ma) auf meist unter der Auflösungsgrenze der Methode liegende (d.h. nicht mehr interpretierbare) Gehalte von < 10 % während der letzten 1 Million Jahre (Abb. 35).

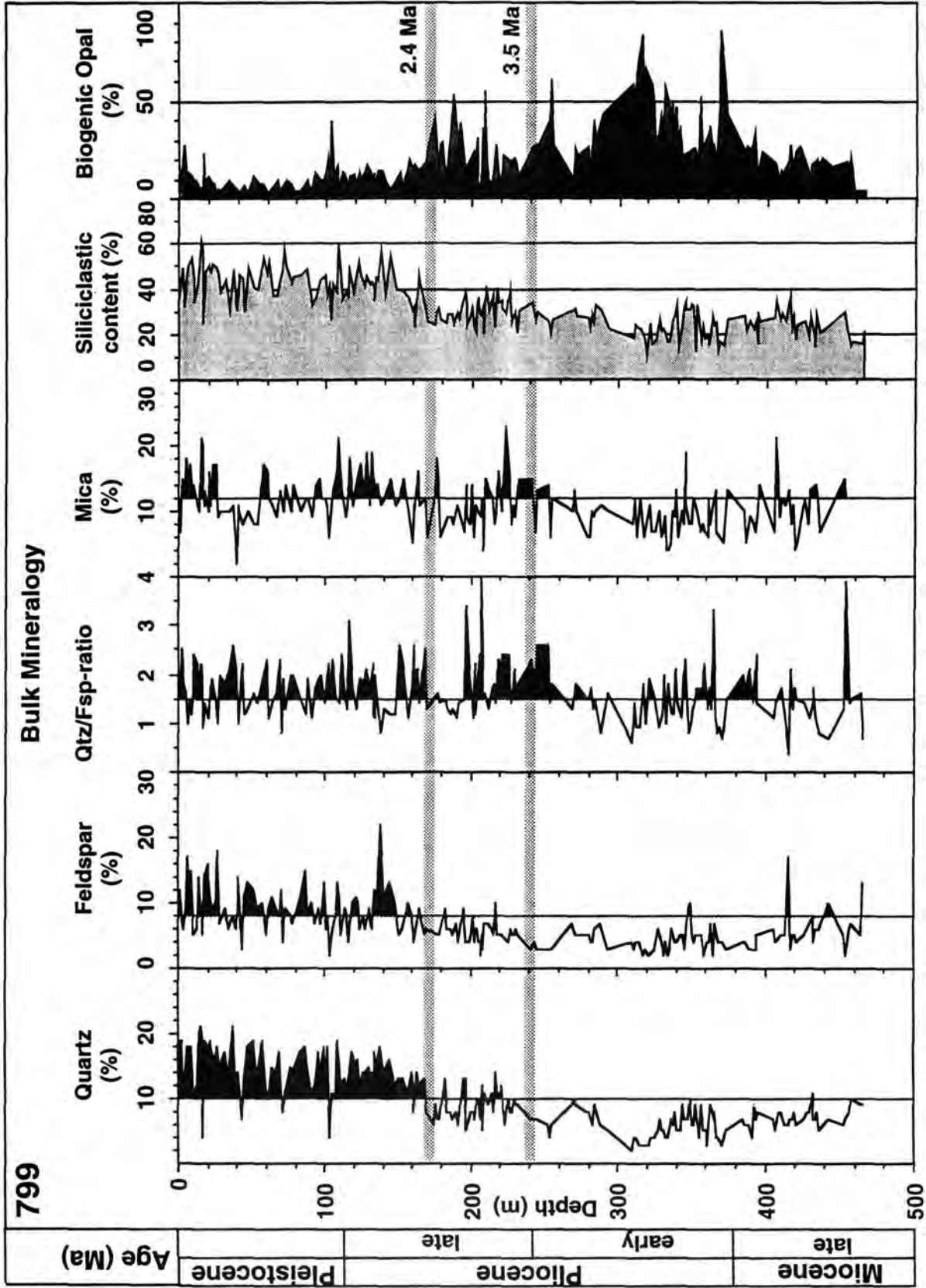


Abb. 35: Mineralogische Zusammensetzung von Bohrung 799.

6.3. Zusammensetzung der Tonfraktion

Die relative Verteilung der Haupttonmineralkomponenten weist in beiden Bohrungen ein ähnliches Muster auf. Die qualitative Zusammensetzung aus Illit, Chlorit, Kaolinit und Smektit ist jeweils durch einen Wechsel von einer Smektitdominanz im Liegenden zu einer Illitdominanz im Hangenden gekennzeichnet. Die quantitative Entwicklung dieses Umschwunges stellt sich jedoch in den beiden Bohrungen unterschiedlich dar (Abb. 36, 37). Der Gesamttongehalt im Sediment ist dabei auf dem Oki Rücken (Bohrung 798) durchschnittlich etwas höher als in der Beckenposition (Bohrung 799).

6.3.1. Bohrung 798

Der Tongehalt in Bohrung 798 schwankt zwischen 25 und 60 %, wobei zwei Abschnitte unterschieden werden können (Abb. 36). Für den Bereich von 500 bis 190 m (4,8 bis 1,7 Ma) liegt der durchschnittliche Tongehalt bei 49 %, während ab 190 m Tiefe die mittleren Tongehalte zum Hangenden hin zugunsten des Siltanteils (vgl. S. 45, Kap. 6.1.) auf 37 % absinken (Abb. 36). Die relative Verteilung der Tonminerale in der Tonfraktion kann über die gesamte Abfolge in vier unterschiedliche Bereiche gegliedert werden.

Im untersten Abschnitt von 500 bis 420 m (4,8 bis 3,9 Ma) überwiegt deutlich der Smektitanteil mit Gehalten um 63 % (Abb. 36). Oberhalb von 420 m ist bis in eine Tiefe von 285 m (2,4 Ma) eine kontinuierliche Abnahme des Smektitgehaltes zugunsten von Illit, Kaolinit und Chlorit zu beobachten. Der durchschnittliche Smektitanteil bleibt im folgenden jüngeren Abschnitt nahezu konstant bei 16 %.

Der relative Illitgehalt schwankt zwischen 19 und 72 %, wobei der älteste Abschnitt (500 bis 420 m; 4,8 bis 3,9 Ma) durch niedrige Illitgehalte von durchschnittlich 23 % gekennzeichnet ist (Abb. 36). Im Übergangsbereich zwischen unterem und oberem Pliozän steigen die Illitwerte deutlich an und erreichen in 285 m Tiefe (2,4 Ma) bereits der rezenten Situation vergleichbare mittlere Gehalte von 50 % (Abb. 36).

Der relative Anteil an Chlorit in der Tonfraktion liegt zwischen 4 und 23 % (Abb. 36). Im liegenden Bereich von 500 bis 420 m (4,8 bis 3,9 Ma), der von Smektit dominiert wird, sind die Chloritgehalte gering (durchschnittlich 5 %). Oberhalb dieses Abschnittes (420 bis 285 m; 3,9 bis 2,4 Ma) steigen die Werte bis auf dem Rezenten vergleichbare Gehalte von durchschnittlich 13 % an (Abb. 36). Im Abschnitt von 285 bis 120 m (2,4 bis 1,2 Ma) ist noch einmal ein deutliches Minimum mit mittleren Chloritgehalten um 10 % zu beobachten (Abb. 36).

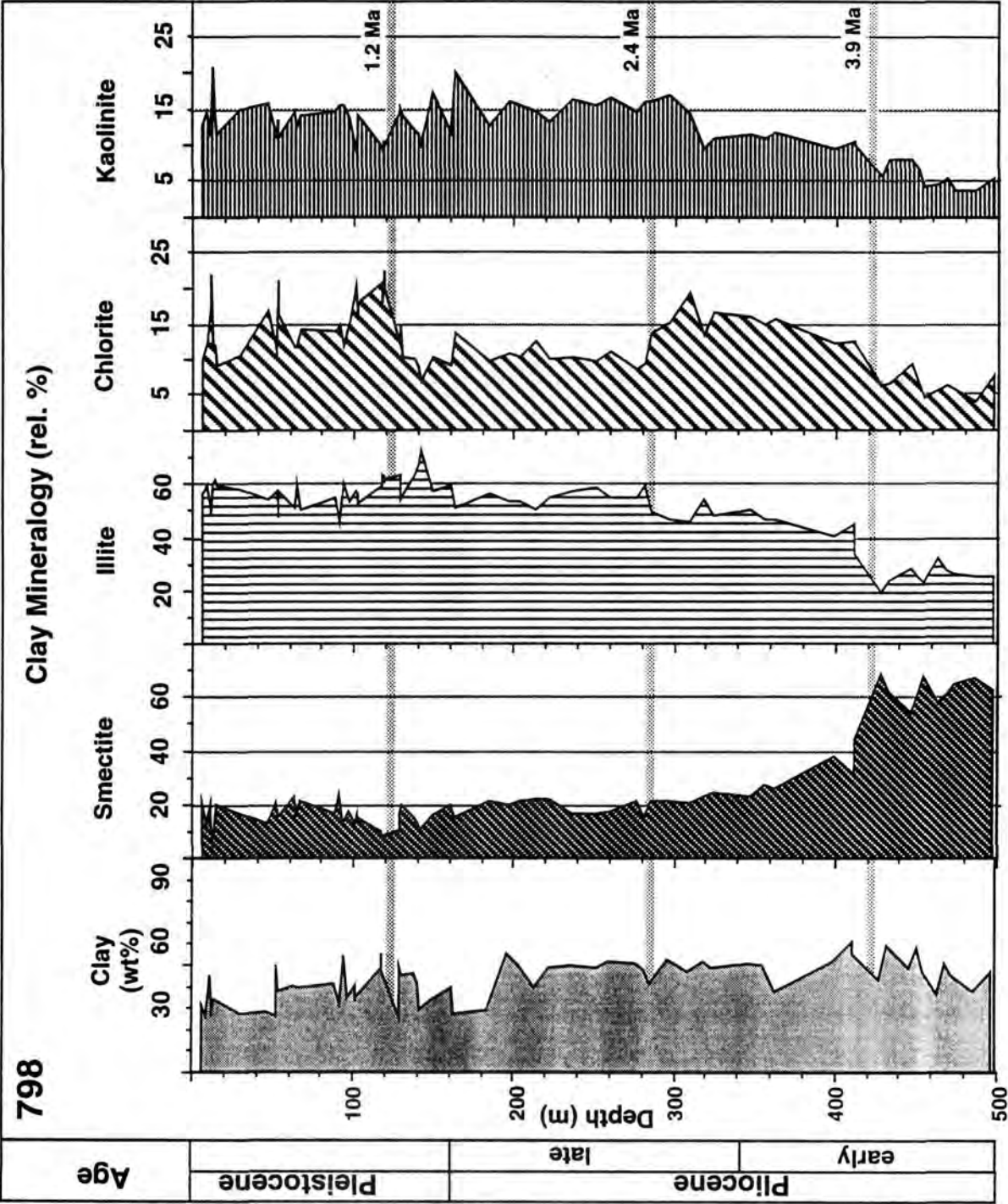


Abb. 36: Tongehalt und relative Mineralverteilung in der Tonfraktion von Bohrung 798.

Die relativen Kaolinitgehalte in der Tonfraktion von Bohrung 798 schwanken zwischen 4 und 21 % (Abb. 36). Der Kaolinitanteil ist im untersten Bereich (500 bis 420 m; 4,8 bis 3,9 Ma) durch vergleichsweise niedrige Werte gekennzeichnet (5 %). Zwischen 420 und 285 m (3,9 bis 2,4 Ma) steigen die Gehalte auf 15 % an (Abb. 36). Der durchschnittliche Wert von 15 % bleibt im folgenden jüngeren Abschnitt seit 2,4 Ma (285 m) etwa auf dem gleichen Niveau.

Seit ca. 1,2 Millionen Jahren entspricht die Zusammensetzung der Tonfraktion im wesentlichen den rezenten Bedingungen, d.h. einer Dominanz von Illit folgen Smektit, Kaolinit und Chlorit in der quantitativen Rangordnung (Abb. 36). Über kurzfristige Schwankungen in der Zusammensetzung der Tonfraktion, wie sie z. B. im oberen Teil der Chloritkurve angedeutet werden (Abb. 36), lassen sich aufgrund der hierfür zu geringen Datendichte keine detaillierten Aussagen machen.

6.3.2. Bohrung 799

Die Tongehalte der Sedimente von Bohrung 799 schwanken zwischen 10 und 62 %, wobei der Mittelwert mit 32 % nahezu konstant bleibt. Dabei kann von 466 bis 115 m (6,7 bis 1,2 Ma) eine leichte Zunahme des Tongehaltes bis maximal 40 % (Mittelwert 33 %) beobachtet werden. In den obersten 115 m sind die Einzelwertfluktuationen, bei gleichzeitig im Mittel leicht niedrigeren Tongehalten (31%), deutlicher ausgeprägt (Abb. 37).

Im Vergleich zu Bohrung 798 erfolgt der Übergang von einer Smektitdominanz im Liegenden zu einer Illitdominanz im Hangenden innerhalb der Tonfraktion von Bohrung 799 mehr sukzessive (Abb. 37). Darüberhinaus liegen die Chloritgehalte, im Unterschied zur Tonmineralzusammensetzung von Bohrung 798, deutlich über den Kaolinitgehalten. Seit etwa 1,2 Millionen Jahren ist eine dem Rezenten vergleichbare Tonmineralzusammensetzung gegeben (Abb. 37).

Die relativen Smektitgehalte schwanken zwischen 0 und 71 % und nehmen dabei vom Liegenden der Bohrung kontinuierlich bis vor ca. 1,2 Ma (115 m) ab. Vor 1,2 Ma hat der Smektitanteil in der Tonfraktion bereits etwa den rezenten Wert erreicht (durchschnittlich 17 %; Abb. 37).

Der relative Illitanteil in der Tonfraktion variiert zwischen 21 und 70 %, wobei die niedrigsten Werte im Liegenden und die höchsten Werte im Hangenden zu beobachten sind. Der Übergang zwischen diesen Abschnitten von durchschnittlich 30 auf 60 % Illit erstreckt sich über einen verhältnismäßig großen Tiefenbereich von 466 bis 115 m (6,7 bis 1,2 Ma). Während der letzten 1,2 Millionen Jahre liegt der Illitanteil bei durchschnittlich 57 % (Abb. 37).

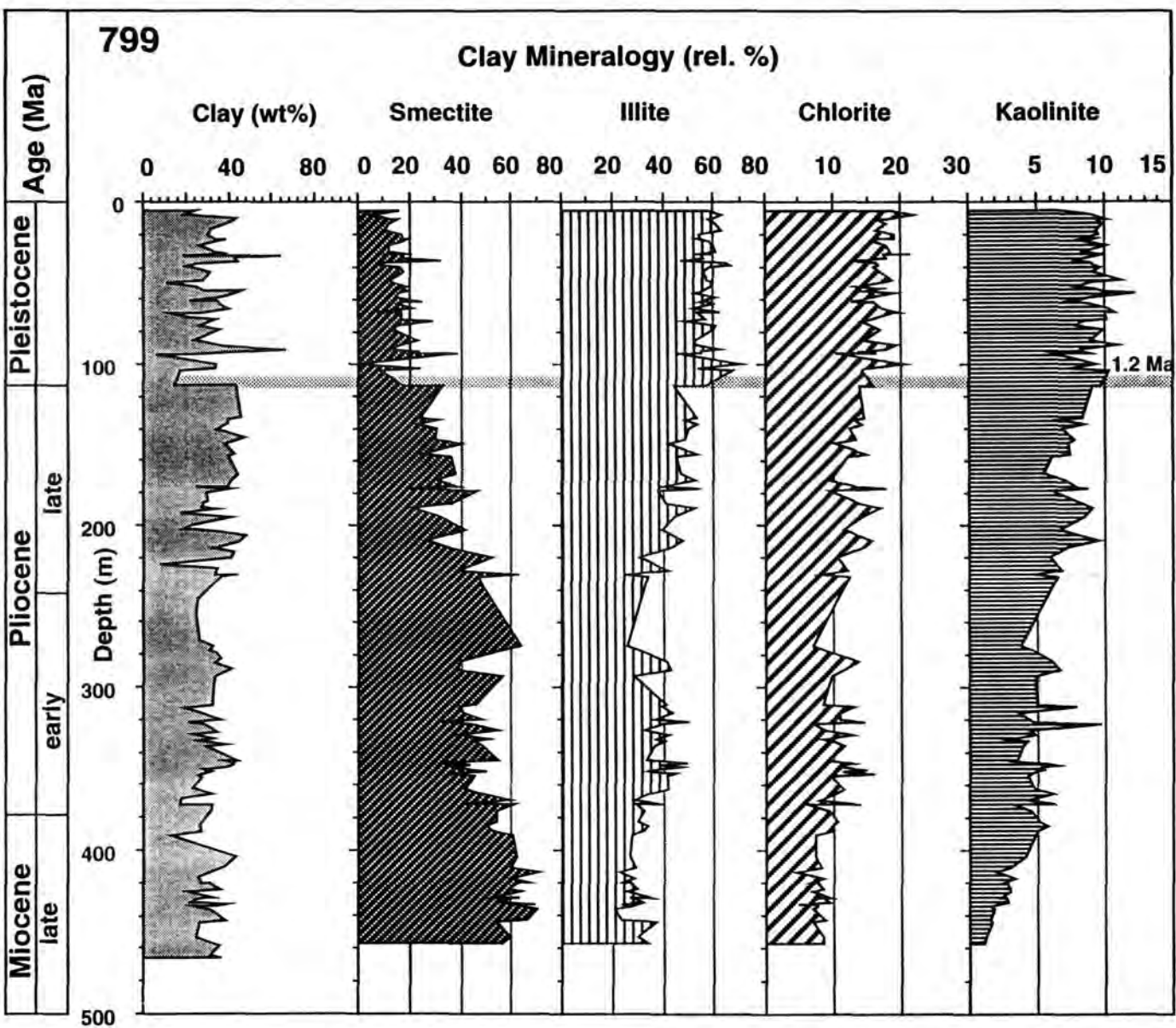


Abb. 37: Tongehalt und relative Mineralverteilung in der Tonfraktion von Bohrung 799.

Die Änderung in der Chloritverteilung zeigt eine ähnliche Entwicklung wie die des Illitgehaltes. Bei einer Schwankungsbreite zwischen 5 und 22 % nimmt der Chloritgehalt von 466 bis 115 m (6,7 bis 1,2 Ma) sukzessive von durchschnittlich 7 % im Liegenden auf mittlere Werte um 17 % im Hangenden zu (Abb. 37). Im darauffolgenden jüngsten Abschnitt bleibt der mittlere Chloritgehalt etwa auf gleichem Niveau bei 17 % bestehen.

Die Veränderung der Kaolinitgehalte in der Bohrung zeigt im Vergleich zu Illit und Chlorit ähnliche Übergänge. Der Anteil von Kaolinit in der Tonfraktion schwankt zwischen 1 und 12 % (Abb. 37). Von 466 bis 115 m Tiefe erfolgt ein kontinuierlicher Anstieg von durchschnittlich 5 auf 9 %, bis vor etwa 1,2 Ma (115 m) das rezente Niveau des Kaolinitanteils erreicht ist.

6.3. Gesamtakkumulationsraten

In Bohrung 798 sind die Akkumulationsraten generell recht hoch und schwanken zwischen 4 und 17 g/cm²/ky (Abb. 38). Der Verlauf der Kurve läßt sich in vier Abschnitte einteilen. Im liegenden Bereich zwischen 5 und 3,5 Ma sind die Akkumulationsraten gleichmäßig hoch bei durchschnittlich 10 g/cm²/ky. Im darauffolgenden Abschnitt zwischen 3,5 und 2,4 Ma wurde vergleichsweise wenig Sediment abgelagert. Die mittleren Akkumulationsraten betragen hier 7 g/cm²/ky. Vor 2,4 Ma folgt, nach einem drastischen Anstieg der Werte, ein Abschnitt bis vor 1 Ma mit durchschnittlich 10 g/cm²/ky und nunmehr stark ausgeprägten zyklischen Fluktuationen der Einzelwerte. Die jüngsten Sedimente der Bohrung sind ebenso durch extrem starke Fluktuationen zwischen 4 und 17 g/cm²/ky gekennzeichnet.

In Bohrung 799 wurde im Vergleich zu Bohrung 798 insgesamt deutlich weniger Material abgelagert (Abb. 38). Die Akkumulationsraten schwanken hier zwischen 1 und 17 g/cm²/ky. In der Bohrung lassen sich mehrere Abschnitte unterscheiden. Der gesamte liegende Abschnitt zwischen 6,7 und 1,7 spiegelt dabei eine recht einheitliche Sedimentzufuhr wider (Abb. 38). Die mittleren Sedimentakkumulationsraten liegen hier bei 4 bis 5 g/cm²/ky. Nach einem Zeitintervall (1,7 bis 1,2 Ma) mit sehr niedrigen Sedimentakkumulationsraten von < 2 g/cm²/ky ist vor 1,2 Ma ein deutlicher Anstieg auf mittlere Werte von 7 g/cm²/ky zu beobachten. Vor 0,9 Ma fällt die Gesamtakkumulationsrate nochmals auf sehr niedrige Werte von < 2 g/cm²/ky ab. Der markanteste Wechsel ist schließlich mit einem drastischen Anstieg der Akkumulationsraten auf 17 g/cm²/ky vor 0,8 Ma dokumentiert. Bei einer hohen Schwankungsbreite der Einzelwerte fallen die Akkumulationsraten in der Folge sukzessive auf das rezente Niveau von circa 6 g/cm²/ky ab.

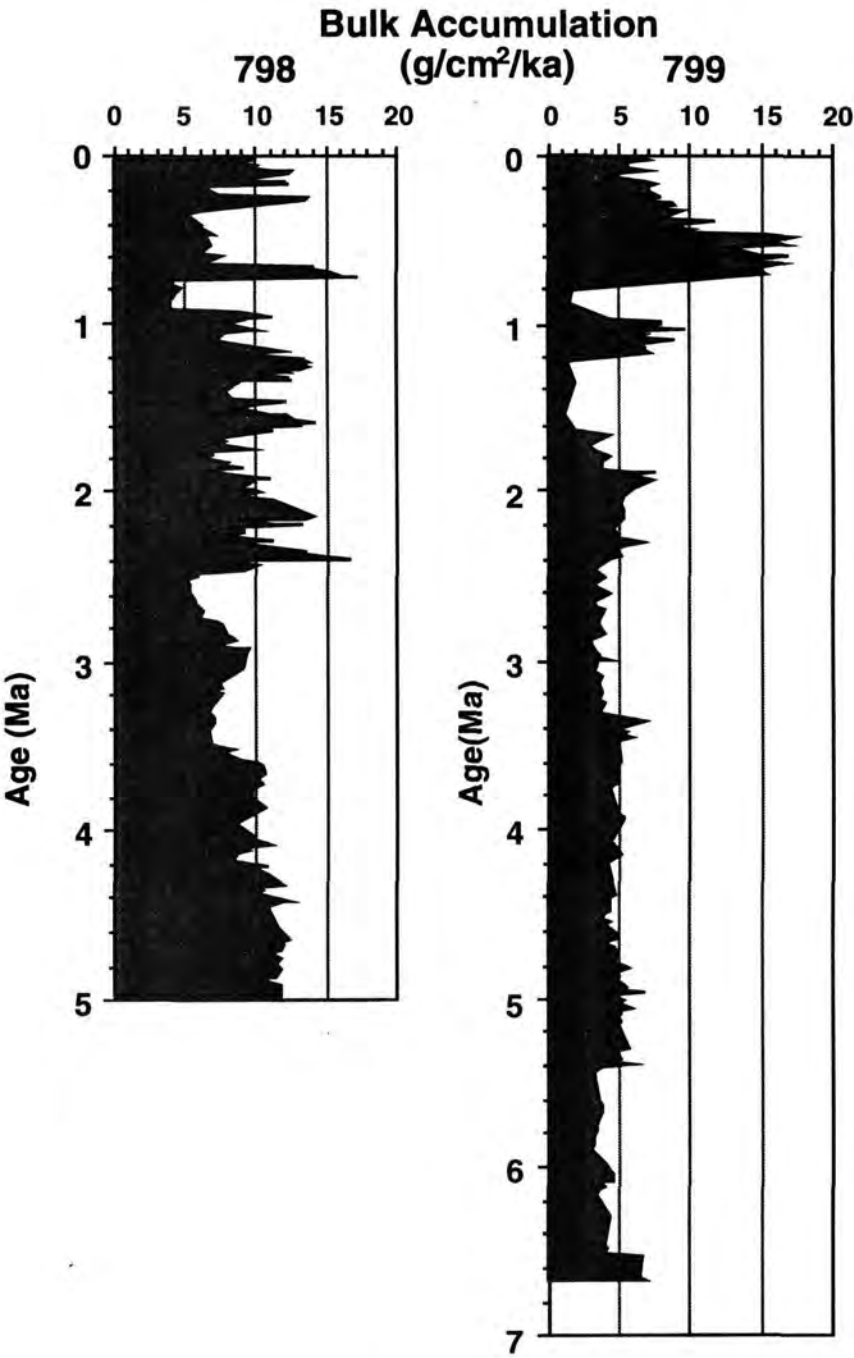


Abb. 38: Gesamtakkumulationsraten der beiden Bohrungen 798 und 799.

7. Sedimentliefergebiete und Transportprozesse

Die Kenntnis von Korngrößenparametern und der mineralogischen Zusammensetzung der Sedimente der Japan See (Oki-Rücken: Bohrung 798 und Kita-Yamato-Trog: Bohrung 799) ermöglicht Rückschlüsse auf potentielle Liefergebiete und Transportprozesse des Terrigenanteils. Die laterale Verteilung einzelner mineralogischer Parameter im Sedimentationsraum Japan See und angrenzender Gebiete gibt weitere Hinweise auf genetische Zusammenhänge und Transportmechanismen. Die Interpretation der Ergebnisse aus verschiedenen Untersuchungen wird sich im folgenden Kapitel vorwiegend auf die letzten 2,5 Millionen Jahre beziehen, da für diesen Zeitraum eine bessere, d. h. hochauflösendere stratigraphische Einstufung vorhanden ist (vgl. Kap. 4). Darüberhinaus ist in den Sedimenten der beiden untersuchten Bohrungen erst seit 2,4 Millionen Jahren ein markanter Einfluß von quantitativ bedeutender Sedimentzufuhr aus Asien erkennbar. Die Akkumulationsraten der älteren Sedimenteinheiten spiegeln eine deutlich geringere Terrigenzufuhr wider (vgl. Kap. 8).

Die Sedimentzusammensetzung in der südlichen Japan See sowie die vorherrschenden atmosphärischen und ozeanischen Zirkulationsmuster lassen auf den asiatischen Kontinent als Hauptliefergebiet für den Terrigenanteil der Sedimente schließen (vgl. Kap. 2). Insbesondere die hohe terrigene Sedimentakkumulation auf dem küstenfernen, isolierten Oki-Rücken weist in erster Linie auf eine äolische Sedimentzufuhr hin. Die Verteilung von Quarz (vgl. Abb. 7) und Illit (Griffin et al., 1968) in Oberflächensedimenten des Pazifik zeichnet deutlich den Einfluß der atmosphärischen Westwindströmung nach und deutet gleichermaßen auf die ariden bis semiariden Liefergebiete in China und der Mongolei hin.

7.1. Korngrößenverteilung in der Siltfraktion

Eine Untersuchung der Korngrößenverteilung in der karbonatfreien Siltfraktion sowie deren Zusammensetzung kann besonders deutlich transportrelevante Einflüsse zeigen. Äolisch transportiertes Sediment im proximalen Ablagerungsraum besteht vorwiegend aus Siltfraktion im Korngrößenbereich zwischen 10 und 50 μm (Pye, 1987), bei langen Transportwegen sind die Korngrößen deutlich niedriger (Chamley, 1989). Die äolisch transportierte Siltfraktion korreliert mit Intensität und Änderungen der atmosphärischen Zirkulation (Sarnthein et al., 1981). Eine Interpretation der Korngrößendaten in der südlichen Japan See im Hinblick auf äolische Sedimentzufuhr bezieht sich ausschließlich auf Ergebnisse vom Oki-Rücken (Bohrung 798). Im Kita-Yamato-Trog ist eine Vermischung des Klimasignals durch den Einfluß von Ablagerungen aus Trübeströmen zu erwarten, die in dieser Beckenposition gleichfalls für eine Anreicherung von Siltmaterial verantwortlich sein können. Turbiditlagen aus dem Kita-Yamato-Trog sind in der lithologischen Beschreibung als feinkörnige, distale Ablagerungen allochthoner Sedimentzufuhr be-

schrieben (Ingle et al., 1990) und können daher ein ähnliches Korngrößenspektrum wie äolisch transportiertes Material aufweisen. Ablagerungen aus distalen Trübeströmen können, ebenso wie windstaubtransportiertes Sediment, eine gute Sortierung, positive Schiefe und hochgipfelige Kurtosis aufweisen (Chamley, 1990; Weber, 1992).

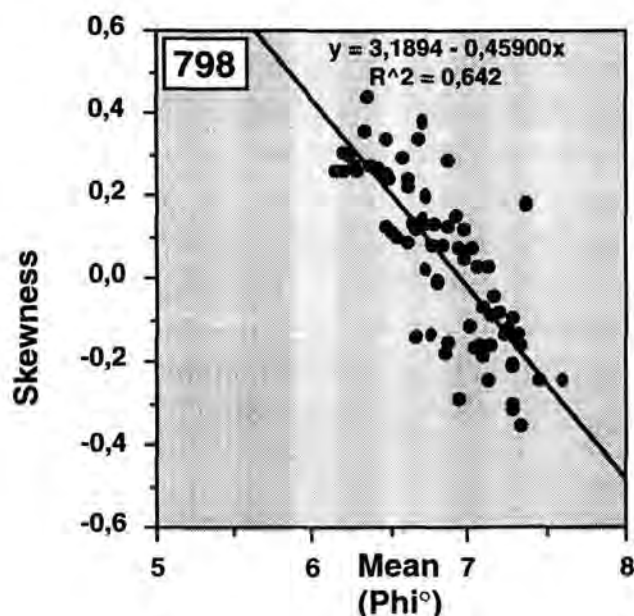


Abb. 39: Korrelation von Schiefe (skewness) und mittlerer Korngröße (mean) in der Siltfraktion von Bohrung 798 (Oki-Rücken).

Ein Hinweis auf das Herkunftsgebiet des Siltmaterials auf dem von Trübeströmen unbeeinflussten, küstenfernen Oki-Rücken, ist die negative Korrelation zwischen Schiefe und mittlerer Korngröße (Abb. 39; vgl. Tab. 11). Die Sedimente der Lößgebiete Chinas sind nach Liu (1988) ebenfalls durch eine negative Korrelation dieser Korngrößenparameter gekennzeichnet. Abbildung 40 soll anhand der Korngrößenverteilung in der Siltfraktion auf dem Oki-Rücken verdeutlichen, daß mindestens zwei verschiedene Transportmechanismen bzw. Strömungsregimes bei der terrigenen Sedimentzufuhr eine Rolle gespielt haben. Zum einen treten gut sortierte, relativ hochgipfelig ausgebildete Korngrößenspektren (Kurtosis $\geq 1,5$) mit positiver Schiefe auf, die hier als äolisch transportiert interpretiert werden (Typ (I)). Der zweite Sedimenttyp ist im Vergleich zu Typ (I) eher schlecht sortiert, flachgipfelig und hat negative Schiefewerte (Typ (II)). Dies deutet auf eine Akkumulation von Feinmaterial aus der Suspensionsfracht in der Wassersäule unter geringem Strömungseinfluß hin (Weber, 1992) (vgl. Tab. 11). Ein periodischer Wechsel dieser beiden Verteilungsmuster zwischen Suspensionssediment und äolisch transportiertem Material ist in den obersten 120 m der Bohrung auf dem Oki-Rücken typisch (vgl. Kap. 8). Eine eindeutige Zuordnung zu einem bestimmten Transportmechanismus ist für Sedimente mit polymodalem Verteilungsmuster sehr schwierig, da dieses z. T. auf

das Vorkommen grober Bruchstücke von Kieselorganismen zurückzuführen ist (Typ (III)). Das Signal des Terrigenanteils kann mit Hilfe der statistischen Auswertung daher nicht mehr charakteristisch abgegrenzt werden. Aus diesem Grund wird zur weiteren Interpretation dieser Proben (vgl. Kap. 8) nur der auf den Terrigenanteil zurückzuführende Hauptmodalwert der Korngrößenverteilungskurve herangezogen (Kontrolle durch Schmierpräparate; s. auch S. 49; Kap. 6). Typ (IV) charakterisiert relativ grobe, gut sortierte Sedimente aus dem ältesten Kernabschnitt vom Oki-Rücken, die Typ (I) sehr ähnlich sind und sich nur in der größeren Korngröße von diesem unterscheiden. Diese Sedimente sind wahrscheinlich auf eine Zufuhr durch Trübestrome zurückzuführen (vgl. Kap. 8).

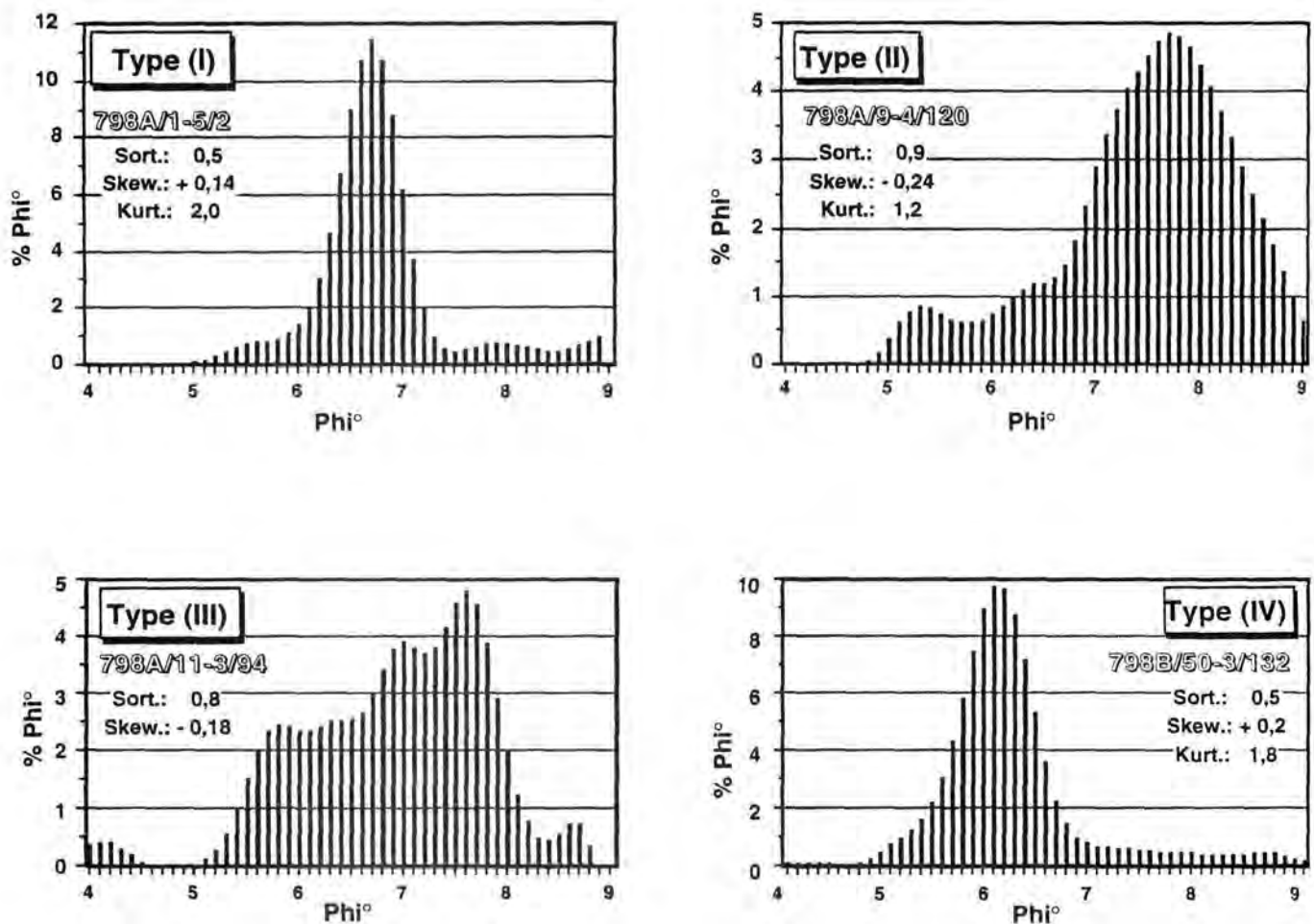


Abb. 40: Hinweise auf Sedimenttransportwege anhand der Siltkorngrößenverteilung (ausgewählte Probenbeispiele) **Typ (I)**=Äolischer Transport; **Typ (II)**=Suspensionstransport; **Typ (III)**=Polymodale Korngrößenverteilung (Einfluß von Kieselorganismen); **Typ (IV)**=wahrscheinlich distaler Trübestrom (Sort.=Sortierung; Skew.=Schiefe; Kurt.=Kurtosis).

Der laterale Vergleich von mittleren Siltkorngrößen der Sedimente in der südlichen Japan See mit Daten vom Festland und Sedimentkernen in direkter östlicher

Ausdehnung des Westwindgürtels in den Pazifik (Tab. 9) zeigt eine deutliche Korngrößenabnahme in östliche Richtung und weist so auf einen genetischen Zusammenhang mit den kontinentalen asiatischen Ablagerungen hin (Tab. 9; Abb. 41). Das Korngrößenspektrum des äolisch transportierten Siltanteils auf dem Oki-Rücken spiegelt demnach eine intermediäre Position in relativer Liefergebietsnähe wider. Nach Dauphin (1983) ist bei atmosphärischem Staubtransport während der ersten 1500 bis 2000 km die Korngrößenfraktionierung am stärksten. Bereits auf dem chinesischen Festland kommt in der korngrößenabhängigen lateralen Gliederung der Lößablagerungen eine solche Abhängigkeit zum Ausdruck (Liu, 1988). Das Phänomen der mit zunehmendem Abstand vom Herkunftsgebiet abnehmenden Korngrößen wurde als wichtiges Kriterium für die Zuordnung der Lößprofile zu äolischem Sedimenttransport bereits sehr früh erkannt (v. Richthofen, 1882). In größeren Entfernungen vom Liefergebiet wird schließlich die Schwankungsbreite der Werte, die Aussagen über Windintensität oder auch Vegetationsbedeckung während unterschiedlicher Klimabedingungen zuläßt, deutlich geringer (Tab. 9; Abb. 41).

Tab. 9: Lateraler Korngrößenvergleich der eigenen Ergebnisse mit Literaturdaten (für die letzten 2,5 Millionen Jahre). Die km-Angaben geben die Entfernung zwischen Herkunfts- und Ablagerungsgebiet wieder.

| Position | Autor | Probenzahl | Entfernung (km) | Mean (Φ^{10}) | Median (Φ^{10}) |
|--------------------------------|---------------------|------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| Xifeng/Lochuan (Lößplateau) | Liu, 1988 | ? | 0 | 6,2 - 6,8 | |
| Kita-Yamato-Trog (Bohrung 799) | diese Arbeit | 149 | 2200 | 6,4 - 7,5 | 6,2 - 7,6 |
| Oki-Rücken (Bohrung 798) | diese Arbeit | 80 | 2300 | 6,2 - 7,6 | 6,1 - 7,7 |
| DSDP Kern 578 | Janecek, 1985 | 141 | 4400 | | 7,2 - 8,4 |
| V21-146 | Hovan et al., 1991 | 116 | 5600 | | 7,2 - 8,5 |
| DSDP Kern 576 | Rea, 1989 | 64 | 5900 | | 8,3 - 8,5 |
| DSDP Kern 310 | Rea & Janecek, 1982 | 9 | 7000 | | 8,1 - 8,2 |
| KK 75-02 | Rea, 1990 | ? | 7200 | | 8,4 - 8,8 |
| LLGC-3 | Rea & Janecek, 1982 | 6 | 10100 | | 8,6 - 8,7 |

Auch der nach Liu (1988) bestimmte Kd-Wert (Abb. 41; das Verhältnis zwischen der Fraktion 10 bis 50 μm zu der Fraktion < 5 μm) weist auf einen direkten Zusammenhang zwischen Lößablagerungen und äolisch transportierter Terrigenfraktion in der Japan See hin. In zunehmender Entfernung vom Liefergebiet reichert sich der Feinanteil der Sedimente relativ zum Grobanteil deutlich an, der Kd-Wert wird kleiner.

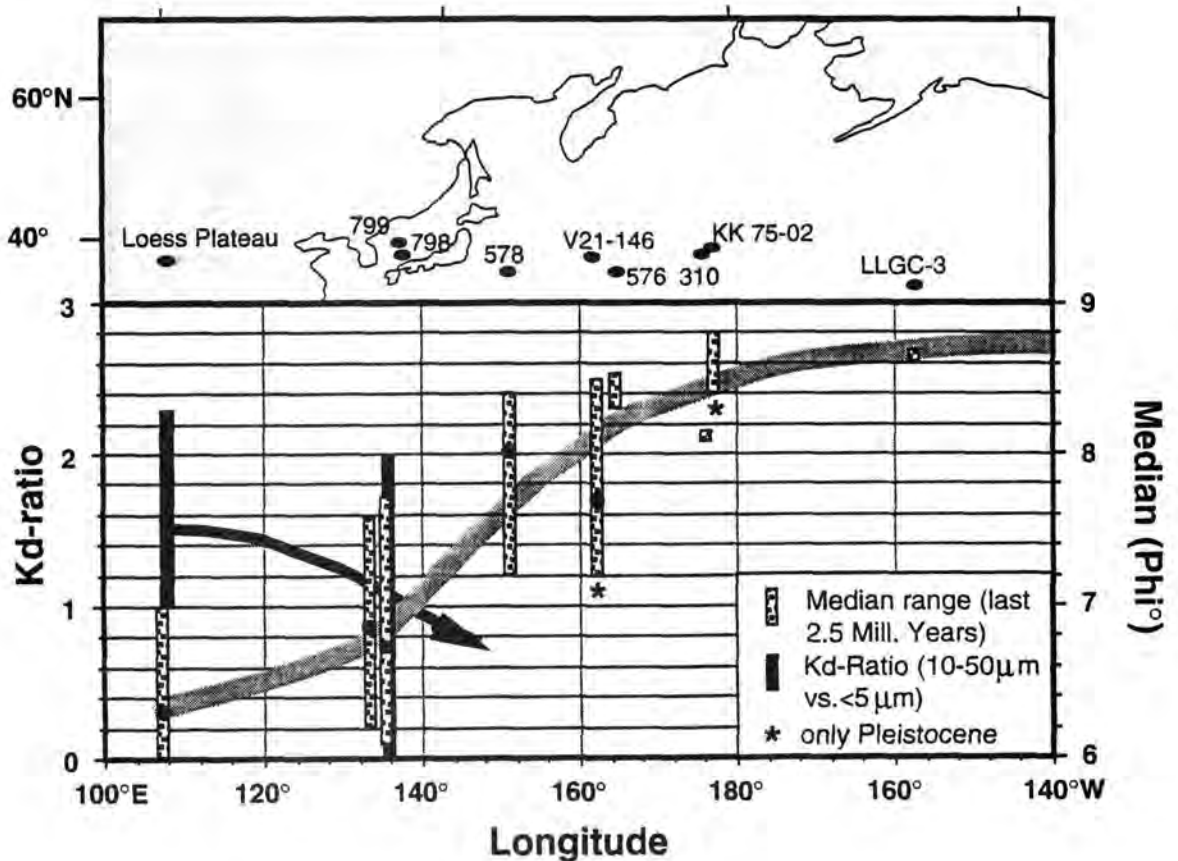


Abb. 41: Longitudinale Korngrößenfraktionierung in Abhängigkeit der Entfernung vom Liefergebiet (basierend auf Tab. 9; angegeben ist die Schwankungsbreite der Median- bzw. mittleren Korngrößenwerte (letzte nur für Löß) der Siltfraktion; ● = Mittelwert; Kd-Wert = $10-50\ \mu\text{m}$ (%) / $<5\ \mu\text{m}$ (%), nach Liu, 1988).

7.2. Mineralogische Zusammensetzung

Die mineralogische Zusammensetzung des terrigenen Sedimentanteils ist ein wichtiger Indikator für Klima- und Verwitterungsbedingungen im Herkunftsgebiet der Sedimentkomponenten (Thiede, 1979; Stein, 1985; Dersch & Stein, 1991). So ist ein relativ unreifes Sediment mit breitem Mineralspektrum und hohen Feldspatgehalten ein Hinweis auf Liefergebietsnähe und vergleichsweise geringen Einfluß chemischer Verwitterung. Die Vorherrschaft von Kaolinit und pedogenem Smektit in der Tonfraktion deutet dagegen auf Bodenbildungsprozesse und Entstehung unter milden, humiden Klimabedingungen im Herkunftsgebiet hin (Stein & Robert, 1985). Der Quarzanteil im Sediment kann ein wichtiger Parameter für äolische Sedimentzufuhr sein (Leinen & Heath, 1981). Auf dem asiatischen Festland entstehen große Mengen an terrigenen Verwitterungsprodukten in Siltkorngröße, die meist hohe Quarzanteile aufweisen (Pye, 1987). Eine Bilanzierung der Quarzzufuhr sowie des Gesamtterrigengehaltes auf der exponierten Position des Oki-Rückens ermöglicht daher

direkte Rückschlüsse auf die Orientierung und Intensität der atmosphärischen Zirkulation im Laufe der Ablagerungsgeschichte des Materials (vgl. Kap. 8).

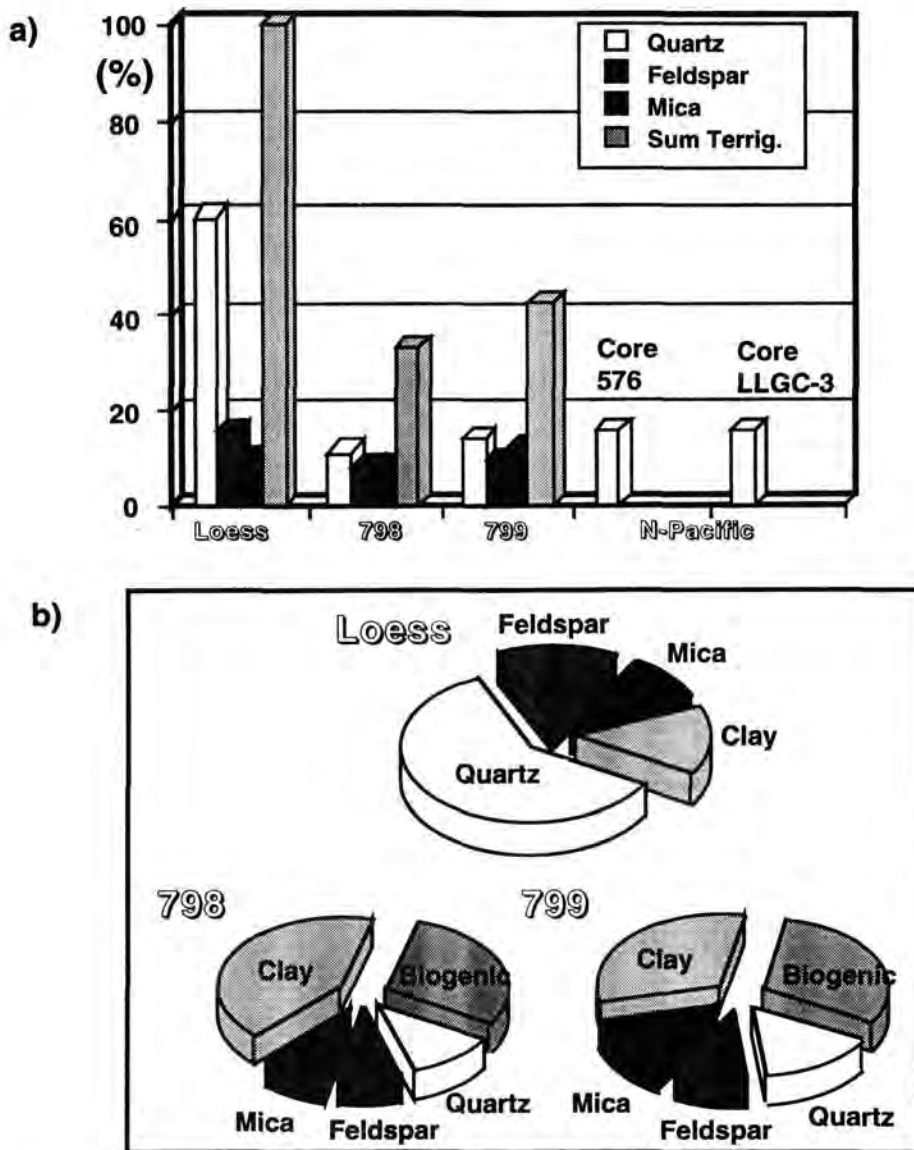


Abb. 42: Quantitativer (a) und qualitativer (b) Vergleich von Mineralphasen im Löß (Pye, 1987) und der Japan See (Oki-Rücken und Kita-Yamato-Trog). Zum Vergleich sind Quarzwerte aus Pazifik-Kernen dargestellt (Leinen, 1986).

Der Vergleich von Hauptmineralphasen der Lößabfolgen Chinas, als potentielles Hauptliefergebiet, mit dem qualitativen Phasenbestand in der südlichen Japan See (Abb. 42 a) macht, ebenso wie der laterale Korngrößenvergleich, den genetischen Zusammenhang mit dem asiatischen Festland deutlich. Der quantitative Unterschied der Lößzusammensetzung zu den untersuchten Sedimenten ist zum einen im unterschiedlichen Ton- und Biogengehalt begründet (Abb. 42 b). Zum anderen wird dadurch aber angezeigt, daß neben äolischem Staubtransport wahrscheinlich auch terrigene Sedimentzufuhr durch fluviatilen Eintrag, ozeanische Strömungen und

(besonders im Kita-Yamato-Becken) auch gravitative Terrigenzufuhr durch Trübestrome von Bedeutung waren. Die Zusammensetzung des terrigenen Sedimentanteils im Kita-Yamato-Trog und auf dem Oki-Rücken ähnelt sich sowohl im qualitativen als auch im quantitativen Bestand und zeigt lediglich in den absoluten Zufuhrmengen markante Unterschiede (vgl. Kap. 8). Aufgrund dieser Affinität erscheint es daher gerechtfertigt, zumindest für einen großen Anteil des Terrigengehaltes des Beckenkerns (Bohrung 799 im Kita-Yamato-Trog) das Hauptliefergebiet ebenfalls auf dem asiatischen Kontinent zu vermuten. Ein quantitativer Vergleich von Quarzwerten schafft weiterhin die Verbindung zu äolischem Sedimenttransport von Asien in Hauptwindrichtung bis in den Pazifik (vgl. Abb. 42a). Sie kommt in der bereits erwähnten Oberflächenverteilung im Nordpazifik (vgl. S. 12, Kap. 2.3.1.) zum Ausdruck und spiegelt sich auch in den Quarzgehalten von Pazifik-Kernen wider (DSDP-Kern 576A; Kern LLGC-3; Leinen, 1986; Abb. 42 a). In einem Vergleich der mineralogischen Zusammensetzung von Aerosolproben mit Oberflächensedimenten im Pazifik (Blank & Leinen, 1985; Abb. 43) wird ebenso der Zusammenhang zwischen Liefergebiet und Sedimentationsraum deutlich.

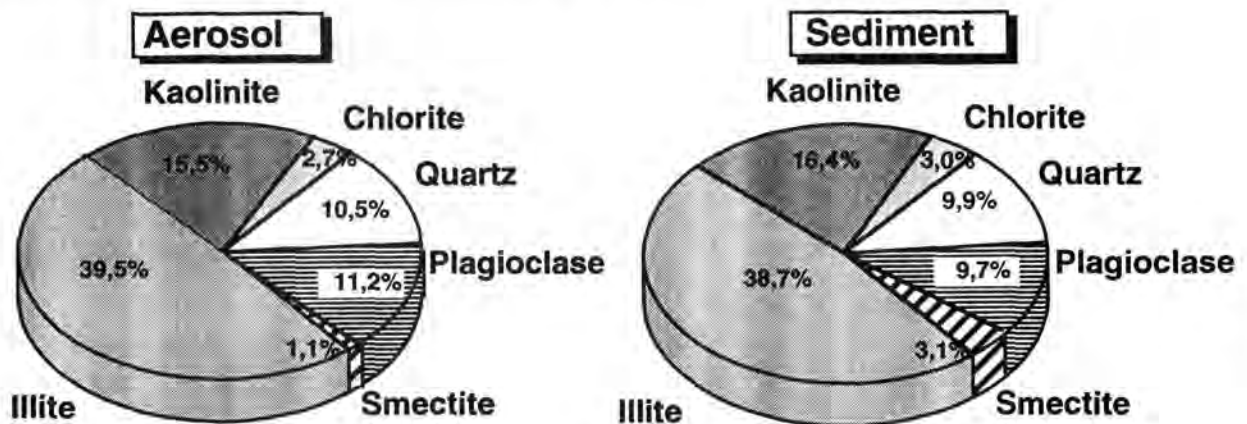


Abb. 43: Mineralogische Zusammensetzung von Aerosol- und Oberflächensedimentproben (6 bzw. 12 Proben) im Pazifik nach Blank & Leinen (1985).

7.3. Tonminerale

Die Tonmineralparagenese in Sedimenten ist primär von den Klimabedingungen an Land sowie der Landpetrographie abhängig (Chamley, 1989). Tone können sowohl fluviatil als auch äolisch von ihren kontinentalen Herkunftsgebieten in den marinen Ablagerungsraum gelangen. Die bei der Bodenbildung entstehenden tonigen Produkte werden im Vergleich zum Gestein viel leichter erodiert und sind demzufolge auch in marinen Sedimenten ohne größere diagenetische Modifikationen weit verbreitet (Chamley, 1989). Nach Dauphin (1983) besteht bis zu 70 % des äolisch transportierten Staubmaterials aus Feinfraktion $< 2 \mu\text{m}$. Bereits seit langer Zeit ist die breitengradabhängige Tonmineralzusammensetzung in marinen Sedimenten

bekannt. Dabei zeigen die sogenannten primären, auf physikalische Verwitterung zurückgehenden Minerale Illit und Chlorit eher den petrographischen Einfluß des Gesteinssubstrates. Die Zufuhr von Tonmineralen aus Bodenhorizonten und der Einfluß intensiver chemischer Verwitterung ist dagegen durch Kaolinit, pedogenen Smektit und andere "mixed-layer"-Minerale charakterisiert. Das heißt, anhand der Tonmineralvergesellschaftung in Sedimenten können Rückschlüsse sowohl auf das Ursprungsgestein als auch auf Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse und damit auf das Klima im Herkunftsgebiet gezogen werden. In der Japan See können in der Verteilung der Tonminerale in den Oberflächensedimenten deutliche regionale Differenzen festgestellt werden, die auf unterschiedliche Herkunft bzw. eine andere Genese hinweisen (Abb. 44 a bis d; nach Aoki et al., 1974).

In der Japan See ist eine ausgeprägte Nord/Süd-Gliederung der Smektitverteilung in den Oberflächensedimenten zu verzeichnen (Abb. 44 a). Das Smektitmaximum im Norden geht wahrscheinlich sowohl auf detritischen Eintrag des russischen Flusses Amur durch die Tartar Straße und kleinerer japanischer Flüsse (Ishikari River an der Westküste Hokkaidos) als auch auf Alteration vulkanischen Materials am Meeresboden zurück (Aoki et al., 1974). So stehen die hohen Smektitgehalte in deutlichem regionalem Zusammenhang mit der Verbreitung von Ozeanbodenbasalten in der nördlichen Japan See. In den untersuchten Sedimenten aus der südlichen Japan See kommen smektitreiche Ablagerungen nur in den ältesten Kernabschnitten vor und weisen daher auf eine langfristige Änderung in der Zufuhr dieses Minerals hin (vgl. Kap. 8). Dies wird auch durch Untersuchungen der "Integralbreite" des Smektit nach Klug & Alexander (1974) deutlich, denn diese ältesten Sedimente unterscheiden sich durch die Kombination von hohen Smektitgehalten und einer engeren Integralbreite von den jüngeren Ablagerungen (Abb. 45).

Die Illitverteilung in der Japan See zeichnet, neben eng eingrenzbaaren, lokalen Maxima vor Flußmündungen (Samagara River an der Ostküste Asiens; Magami River an der Nordwestküste Honshus) und einer Zufuhr durch ozeanische Strömungen aus dem Gelben Meer, einen deutlichen Einfluß von Illiteintrag durch äolisch transportiertes Feinmaterial nach (Abb. 44 b). Dies kommt besonders in der West-Ost-Fraktionierung und einem Maximum auf dem isolierten Oki-Rücken zum Ausdruck. Die durchweg ähnliche chemische Zusammensetzung der Illite auf dem Oki-Rücken, unabhängig von hohen oder niedrigen Illitgehalten, ist weiterhin ein Hinweis auf ein konstantes Liefergebiet für die Illitzufuhr über den gesamten untersuchten Zeitraum (Peakverhältnis 5\AA zu 10\AA ; Abb. 46). Die Illitverteilung in der Japan See ist ebenso wie die laterale Ausdehnung der Illitgehalte im Pazifik (Griffin et al., 1968) ein deutliches Anzeichen für einen äolischen Transportweg dieses Minerals, das die Hauptkomponente der Tonfraktion auf dem Oki-Rücken und auch im Kita-Yamato-Trog darstellt.

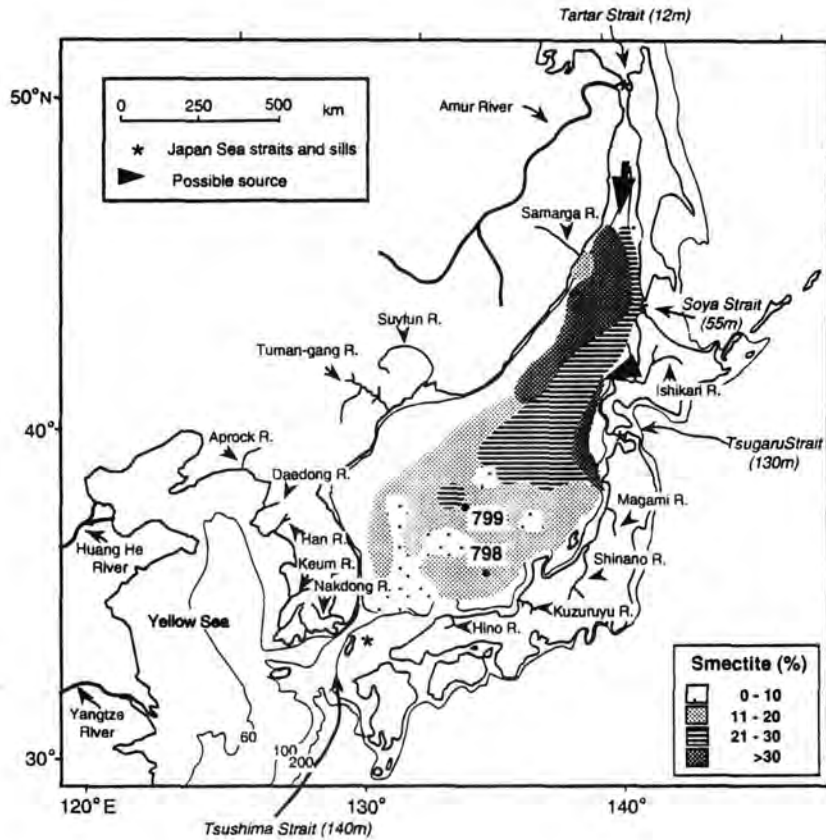


Abb. 44 a: Smektitverteilung in Oberflächensedimenten der Japan See (nach Aoki et al., 1974).

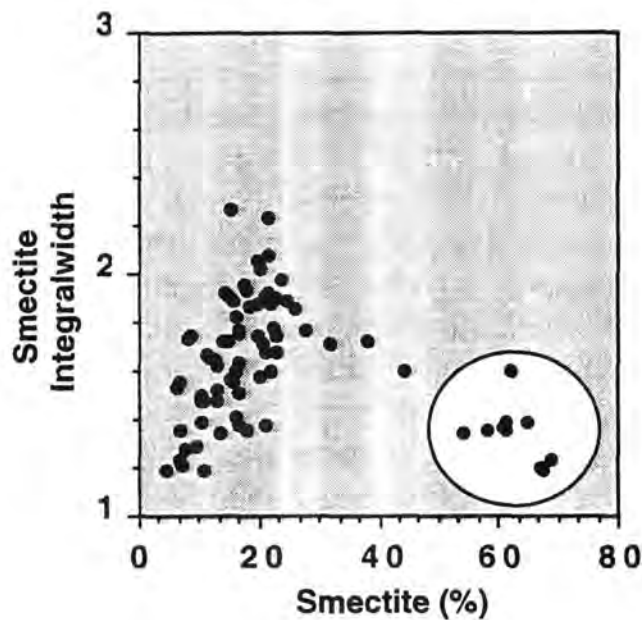


Abb. 45: Smektit-Integralbreite (nach Klug & Alexander, 1974) der Sedimente vom Oki-Rücken. Das weiße Feld markiert die Proben, die durch hohe Smektitgehalte und eine enge Integralbreite gekennzeichnet sind (s. Text).

Die Kaolinitgehalte in den Oberflächensedimenten (Abb. 44 c) zeigen hohe Gehalte auf dem morphologisch abgegrenzten Plateau in der westlichen Japan See und auf dem Oki-Rücken. Dies deutet auf einen äolischen transportierten Anteil des Kaolinites hin. Daneben spielt auch lokale (fluviatile) Zufuhr (Samarga River an der Ostküste Asiens) eine Rolle. Weitere mögliche Transportwege sind ozeanische Strömungen, die das Mineral von Süden aus dem Gelben Meer und Korea und von Norden durch die Tartar-Straße in die Japan See transportieren können.

Auch die Chloritverteilung (Abb. 44 d) in der Japan See zeigt, neben der Zufuhr durch die Tartar-Straße im Norden, lokale Einflüsse fluviatilen Eintrages (Suyfun River und Tuman-gang River an der Ostküste Asiens; Magami River und Shimano River an der nordwestküste Honshus). Die Chloritmaxima auf tektonischen Erhebungen sind Hinweise auf eine Zufuhr durch atmosphärischen Staubtransport vom asiatischen Festland. Weitere potentielle Herkunftsgebiete sind das Gelben Meer und Korea (Tsushima Straße).

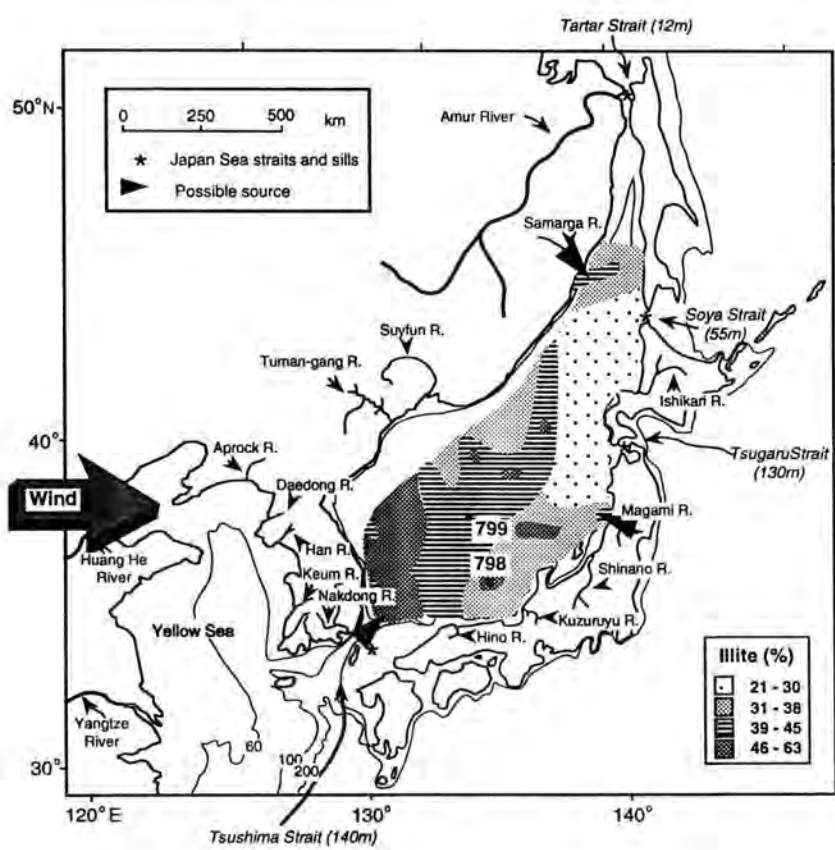


Abb. 44 b: Illitverteilung in Oberflächensedimenten der Japan See (nach Aoki et al., 1974).

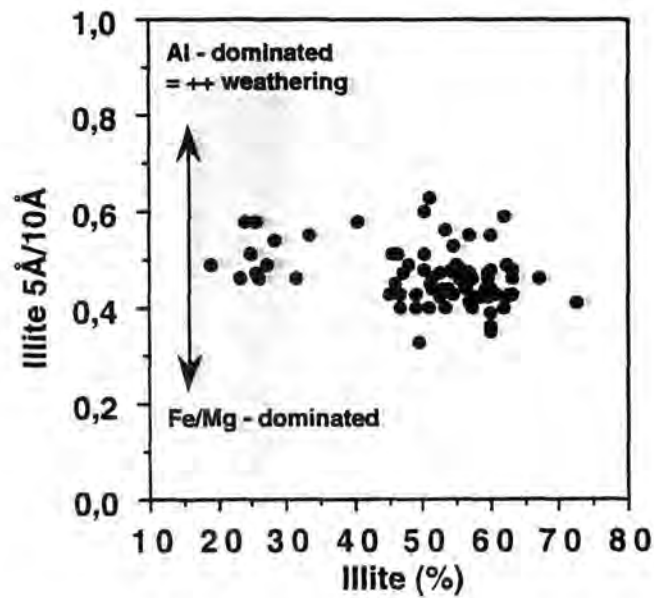


Abb. 46: Al/Mg+Fe-Parameter des Illit ($5\text{\AA}/10\text{\AA}$) als Maß für die chemische Variabilität des Minerals.

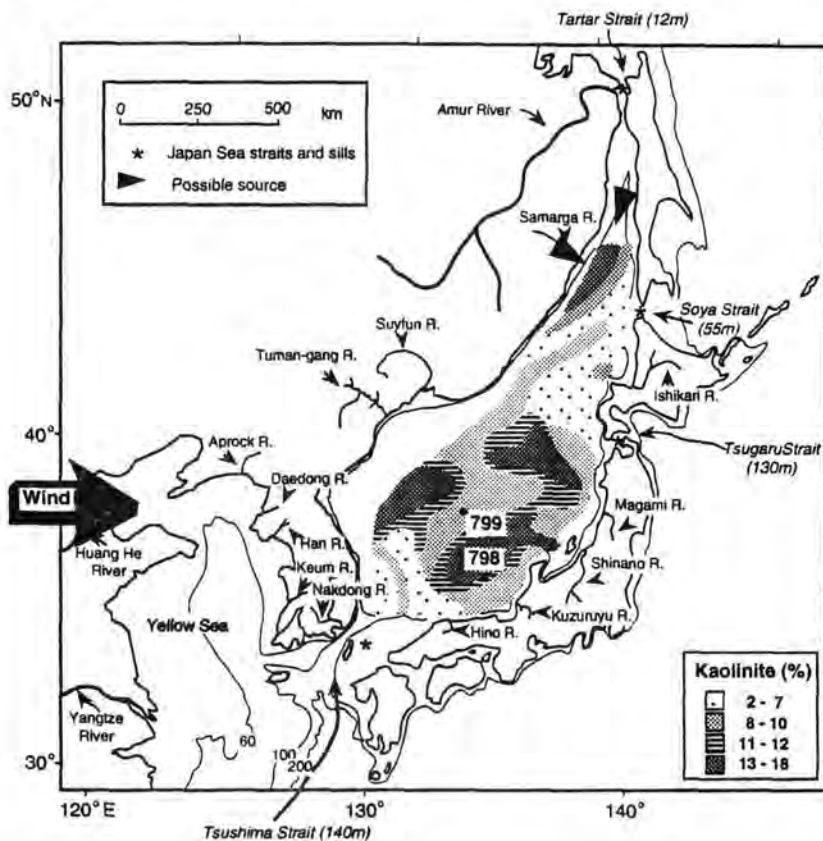


Abb. 44 c: Kaolinitverteilung in Oberflächensedimenten der Japan See (nach Aoki et al., 1974).

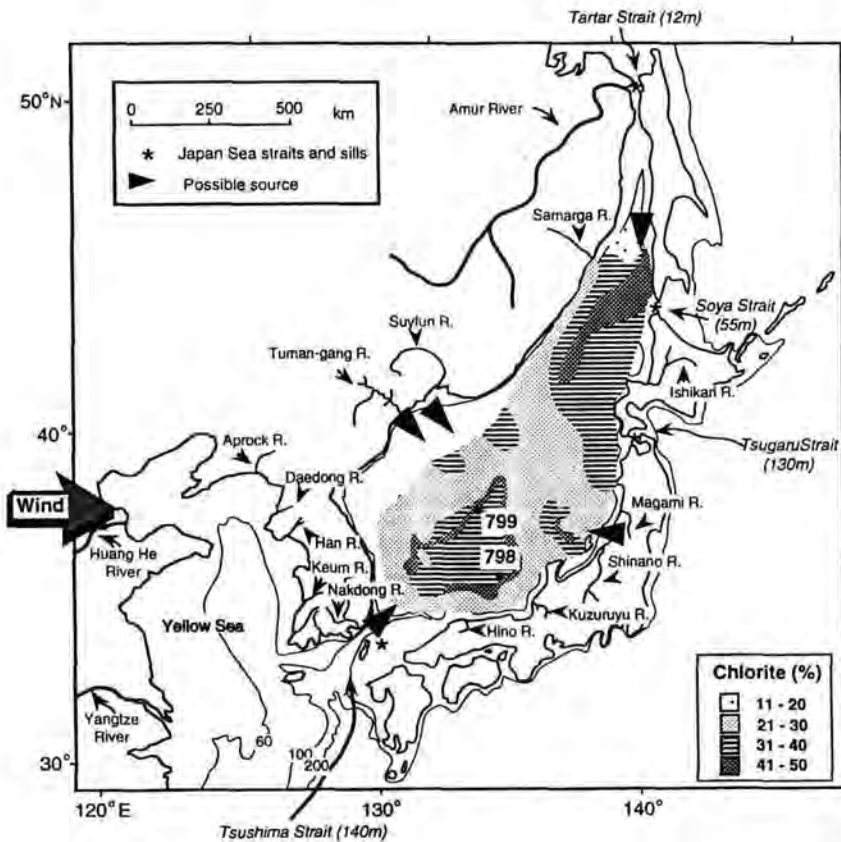


Abb. 44 d: Chloritverteilung in Oberflächensedimenten der Japan See (nach Aoki et al., 1974).

Eine Darstellung der Tonmineralzusammensetzung der Sedimente des Oki-Rückens für die letzten 1,2 Millionen Jahre in einem Dreiecksdiagramm zeigt eine Systematik der Transportprozesse, wenn sie mit der Typeneinteilung anhand der Korngrößenverteilung kombiniert wird (Abb. 47; vgl. Abb. 40). Die einzelnen Anteile der detritischen Tonminerale Illit, Kaolinit und Chlorit können den definierten Typen zugeordnet werden. Es zeigt sich, daß die illit- und kaolinitreichen Proben auf dem Oki-Rücken wahrscheinlich auf atmosphärische Staubzufuhr zurückzuführen sind (Korngrößen-Typ (I)). Im Vergleich dazu gehen die chloritreichen Tonproben mit einer verstärkten Zufuhr terrigenen Materials aus Suspensionstransport einher (Korngrößen-Typ (II)) (Abb. 47). Das bedeutet für die Interpretation der Daten im Hinblick auf die zeitliche Entwicklung (Kap. 8), daß relativ niedrige Chloritgehalte bei gleichzeitig hohen Illit- und Kaolinitwerten ein Hinweis auf Phasen verstärkter äolischer Staubzufuhr sein können, umgekehrt sind relativ hohe Chloritgehalte Anzeiger für einen deutlicheren Einfluß fluviatil- und/oder strömungsbeeinflußten Sedimenttransportes (vgl. Tab. 11).

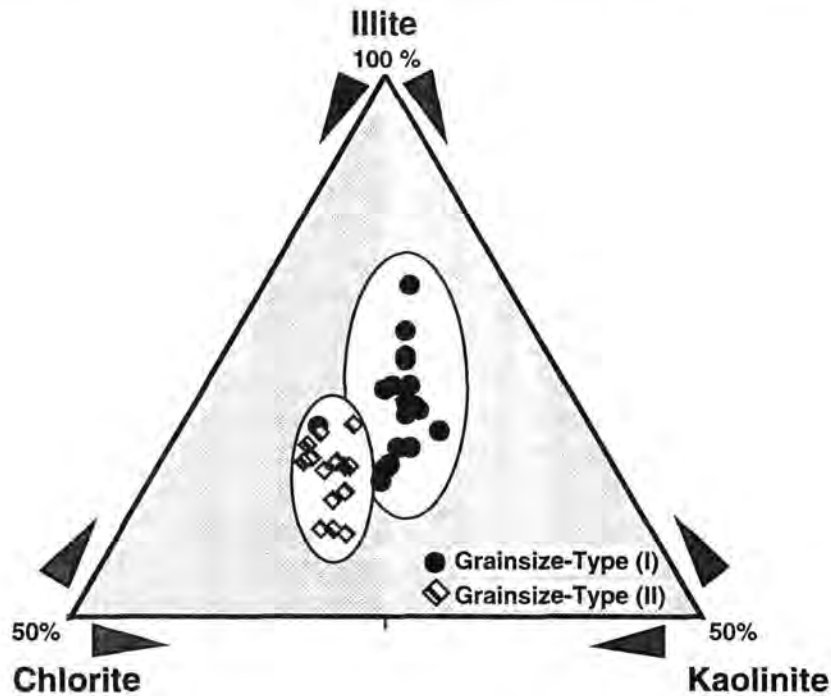


Abb. 47: Unterscheidung verschiedener Transportmechanismen auf der Basis der Tonzusammensetzung und Korngrößenverteilung (vgl. Abb. 40). Typ (I) = äolischer Transport, Typ (II) = Suspensionstracht (Proben der letzten 1,2 Millionen Jahre).

Tabelle 10 zeigt über die Japan See hinaus die laterale Verteilung von Tonmineralen in benachbarten marinen Ablagerungsräumen und Flußsystemen und soll dabei den möglichen Transportweg und die Herkunft der Tonfraktion in den untersuchten Sedimenten verdeutlichen. Zufuhr von Feinfraktion in die Japan See kann aus dem Süden über das vom Monsunklima dominierte Oberflächenströmungssystem des Gelben Meeres und den Tsushima-Strom erfolgen. Unter erniedrigtem Meeresspiegel wird eine direkte Zufuhrrinne des Huang He in die Japan See vermutet (vgl. Abb. 1). Letzteres Phänomen wird von mehreren Autoren diskutiert (Aoki et al., 1974; Chuogh, 1985; Kunping et al., 1983; Lee & Chuogh, 1989; Milliman et al., 1985; Park & Han, 1985; Park & Khim, 1992; Ren & Shi, 1986; Sternberg et al., 1985; Wang & Aubrey, 1987; Wells, 1988) und rekonstruiert (Keigwin & Gorbarenko, 1992; Oba et al., 1991). In Abbildung 48 ist die Tonzusammensetzung aus Tabelle 10 in Abhängigkeit von ihrer geographischen Position aufgetragen. Die Zusammensetzungen der aufgeführten Beispiele sind insgesamt recht ähnlich. Eine besonders deutliche Korrelation besteht zwischen der Tonmineralparagenese im Löß, dem Mündungsgebiet des Huang He, der Bohai See und dem Gelben Meer. Die deutlichsten Unterschiede bestehen dagegen zwischen Löß und den Sedimenten des in südlicher Richtung gelegenen ostchinesischen Meeres. Die Tonzusammensetzung auf dem Oki-Rücken ist, abgesehen vom Smektitgehalt, der des Lösses und des Gelben Meeres sehr ähnlich.

Tab. 10: Tonmineralzusammensetzung von Oberflächensedimenten im Ablagerungsraum Japan See (angegeben sind relative Gehalte von Smektit, Illit, Kaolinit und Chlorit, bezogen auf 100 %; * = für die letzten 2,5 Millionen Jahre).

| Position | Autor | Smektit | | Illit | | Kaolinit | | Chlorit | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | | Schwank. breite | Mittelwert | Schwank. breite | Mittelwert | Schwank. breite | Mittelwert | Schwank. breite | Mittelwert |
| Löß * | Liu (1988) | 4 bis 12 | 11 | 47 bis 57 | 60 | 16 bis 22 | 22 | 5 bis 7 | 7 |
| Oki-Rücken * | diese Arbeit | 10 bis 30 | 15 | 41 bis 70 | 57 | 10 bis 21 | 13 | 7 bis 23 | 15 |
| Kita-Yamato-Becken * | diese Arbeit | 0 bis 64 | 20 | 30 bis 70 | 56 | 4 bis 12 | 9 | 7 bis 22 | 16 |
| Südliche Japan See | Aoki & Oinuma (1974) | | 11 | | 54 | | 12 | | 24 |
| Huang He | Xu (1983) | | 23 | | 59 | | 9 | | 9 |
| Huang He (Flußmünd.) | Ren & Shi (1986) | | 13 | | 67 | | 8 | | 12 |
| Bohai See | He (1985) | 8 bis 12 | 10 | 58 bis 62 | 60 | 15 bis 20 | 18 | 11 bis 13 | 12 |
| Yangtze | Xu (1983) | | 6 | | 68 | | 14 | | 13 |
| Zentrales gelbes Meer | Khim (1988) | 5 bis 17 | 11 | 65 bis 72 | 68 | 6 bis 12 | 9 | 6 bis 15 | 10 |
| Gelbes Meer | Xu (1985) | | 22 | | 59 | | 10 | | 9 |
| | Park & Kim (1992) | < 4 bis >14 | 12 | 64 bis 72 | 64 | 9 bis 13 | 12 | 9 bis 14 | 12 |
| Ostchinesisches Meer | Chen (1978) | | 4 | | 65 | | 6 | | 25 |
| | Aoki et al. (1983) | 0 bis 15 | 6 | 49 bis 74 | 58 | 0 bis 15 | 6 | 14 bis 49 | 30 |
| | Xu (1985) | | 6 | | 74 | | 8 | | 12 |
| Okinawa Trog | Xu (1985) | | 12 | | 63 | | 5 | | 20 |
| Keum (korean. Fluß) | Choi (1981) | | Spuren | | 64 | | 17 | | 19 |
| Korea Straße | Park & Han (1985) | | 5 | | 80 | | 25 | | 10 |

Das Gelbe Meer spielt eine bedeutende Rolle als Auffangbecken und Reservoir für den Hauptanteil des von den großen chinesischen Flüssen transportierten Tonmaterials. Der größte Anteil geht dabei auf die Sedimentfracht des Huang He zurück. Im Vergleich zum Yangtze Kiang ist dessen Gesamtabfluß zwar insgesamt geringer (Faktor 18), er transportiert jedoch 2,5 mal mehr Sediment (Wang & Aubrey, 1987). Im Gelben Meer sind z. T. über 4 m holozäne Sedimente abgelagert worden (Wang & Aubrey, 1987). Da das flache Schelfmeer durchweg deutlich weniger als 200 m Wassertiefe aufweist, ist die Beeinflussung durch Wellen- und Sturmtätigkeit sowie Tidenströmungen (Tidenhub ≥ 4 m) sehr stark und die Resuspendierungsrate der abgelagerten Sedimente hoch (Lee et al., 1988). Dies äußert sich in einer außerordentlich starken Durchmischung der Sedimente des Gelben Meeres. Vor der koreanischen Küste im östlichen Gelben Meer nimmt der Illitgehalt von West nach Ost in Richtung Halbinsel ab, während Kaolinit und Chlorit in Küstennähe ein Maximum aufweisen. Dies deutet nach Park & Han (1985) auf eine Herkunft des Illitanteils aus dem Gelben Meer, aber auch auf einen starken lokalen Einfluß Koreas auf die Tonmineralzusammensetzung hin. Kaolinit und Chlorit werden demnach zum Teil über koreanische Flüsse und den südkoreanischen Küstenstrom (SKCC, vgl. Abb. 10), entlang der Westküste Koreas in Richtung Süden transportiert.

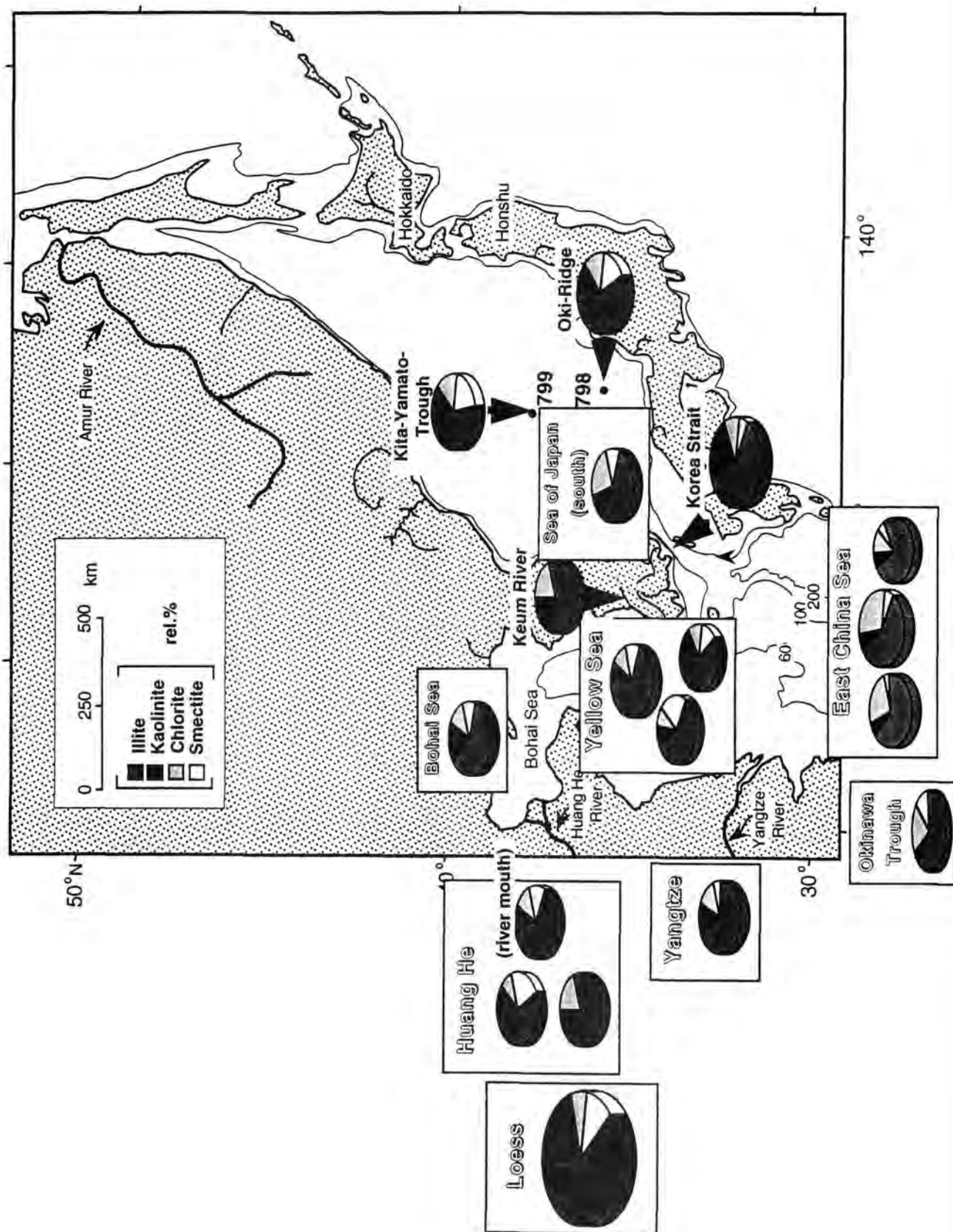


Abb. 48: Lateraler Vergleich der Tonmineralzusammensetzung im Sedimentationsraum Japan See (Datenbasis: Tabelle 10).

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß im Hinblick auf die Haupttransportmechanismen des terrigenen Sedimentanteils sowie dessen Liefergebiete ein starker Einfluß äolischer Sedimentzufuhr vom asiatischen Festland, insbesondere aus den ariden Klimazonen und den ausgedehnten Lößablagerungen Chinas, deutlich wird. Dies gilt besonders für die Hauptmineralkomponenten der Siltfraktion Quarz, Feldspat und Glimmer und spiegelt sich auch in einem lateralen Korngrößenvergleich zwischen Liefergebiet und Sedimentationsraum wider (Tab. 11). Darüberhinaus geht wahrscheinlich ein hoher Anteil der Tonfraktion, vor allem Illit und Kaolinit, auf äolische Sedimentzufuhr aus Asien zurück. Ein Vergleich der Tonzusammensetzung im Löß mit den Sedimenten des Oki-Rückens deutet einen ähnlichen Zusammenhang an, wobei die verbleibenden Differenzen den Anteil an Ton repräsentieren, der z.T. aus anderen Quellen und über unterschiedliche Zufuhrmechanismen zum Oki-Rücken bzw. in den Kita-Yamato-Trog gelangte (fluviale Zufuhr, ozeanische Strömungen, Trübestrome) (Tab. 11).

Tab. 11: Indikatoren für unterschiedliche Transportmechanismen in den Sedimenten der Japan See.

| Parameter | Äolischer Transport | Fluvialer Transport/Transport durch ozeanische Strömungen |
|---------------------------|---------------------|---|
| Sum. Terrig. + Quarz | hoch | niedrig |
| Silt/Ton-Verhältnis | hoch | niedrig |
| Mittlere Korngröße | rel. grob | rel. fein |
| Quarz/Feldspat-Verhältnis | niedrig | hoch |
| Silt Sortierung | gut | schlecht |
| Silt Schiefe | positiv | negativ |
| Silt Kurtosis | hoch | niedrig |
| Tonmineralparagenese | I>S>K>C | I>S>C>K |

7.4. Bilanzierung des äolischen Staubeintrages und lateraler Vergleich

Mit Hilfe von Akkumulationsraten können absolute Zufuhrmengen abgelagerten Sedimentmaterials abgeschätzt und in direkten Bezug zu Ergebnissen von entsprechenden Untersuchungen aus anderen Gebieten gestellt werden. Als Indikatoren für äolischen Staubtransport werden Gesamtterrigen- und Quarzakkumulationsraten vom Oki-Rücken im folgenden mit Ergebnissen von Untersuchungen im Löß und einigen der bereits im Hinblick auf laterale Korngrößenänderungen beschriebenen Pazifik-Kerne verglichen (Tab. 12; Abb. 49). Die Angaben zur Gesamtterrigenzufuhr auf dem Oki-Rücken müssen als Mindestmengen betrachtet werden, da sie sich nur auf die identifizierten terrigenen Mineralphasen im Gesamtsediment beziehen. Der in der Feinfraktion des Windstaubes enthaltene Tonanteil ($< 2 \mu\text{m}$) konnte mit der angewendeten Methode nicht aufgelöst und somit nicht berücksichtigt werden

(vgl. Kap. 5.4.1.). Tabelle 12 gibt einen Überblick der äolischen Akkumulationsraten im Einflußbereich der planetarischen Westwindzone der nördlichen und südlichen Hemisphäre an ausgesuchten Beispielen.

Tab. 12: Lateraler Vergleich von äolischen Akkumulationsraten der eigenen Ergebnisse mit Literaturdaten. Die km-Angaben geben die Entfernung zwischen Herkunfts- und Ablagerungsgebiet wieder (für die letzten 2,5 Millionen Jahre; * = nur Pleistozän; AR = Akkumulationsraten).

| Position | Autor | Probenzahl | Entfernung (km) | Quarz (g/cm ² /ky) | Äolisch. AR (g/cm ² /ky) |
|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------|----------------------------------|--|
| China: | | | | | |
| Xifeng/Lochuan (Lößplateau) | Liu, 1988 | 72 (Profil) | 0 | | 9,3 |
| Xifeng/Lochuan (Lößplateau) | Liu, 1988 | 263 (Bohrung) | 0 | | 12,3 |
| Japan See: | | | | | |
| Oki-Ridge (Bohrung 798) | diese Arbeit | 80 | 2300 | 0,4 - 3,6 | 1,1 - 7,7 |
| Nordpazifik: | | | | | |
| DSDP Bohrung 578 | Janecek, 1985 | 141 | 4400 | | 1,0 - 2,6 |
| V21-146* | Hovan et al., 1991 | 116 | 5600 | | 0,04 - 0,68 |
| DSDP Kern 576 | Rea, 1989 | 64 | 5900 | | 0,2 - 0,4 |
| DSDP Kern 576 | Leinen, 1986 | 64 | 5900 | 0,13 - 0,25 | |
| DSDP Kern 310 | Rea & Janecek, 1982 | 9 | 7000 | | 0,19 |
| KK 75-02* | Rea, 1990 | ? | 7200 | | 0,4 |
| LLGC-3 | Rea & Janecek, 1982 | 6 | 10100 | 0,03 - 0,06 | 0,19 |
| Südwestpazifik (DSDP): | | | | | |
| Kern 594 | Dersch & Stein, 1991 | 163 | (küstennah) | 0,5 - 8,5 | 1,7 - 34,5 |
| Nordostatlantik (DSDP): | | | | | |
| Kern 544B + 397 | Stein, 1984 | 377 | (küstennah) | | 0,3 - 12 |
| Kern 141 + 366 | Stein, 1984 | 332 | (küstenfern) | | 0,1 - 1,9 |

Seit Beginn der Lößablagerungen vor 2,48 Ma wurden zwischen 9,3 g/cm²/ky (mittlerer Wert eines Lößprofils; 72 Proben) und 12,3 g/cm²/ky (mittlerer Wert einer Lößbohrung; 263 Proben) äolisch transportierten Sedimentes auf dem zentralen Lößplateau Asiens abgelagert (Liu, 1988). Zwischen 2,48 und 1,2 Ma war die abgelagerte Menge mit durchschnittlich 8 g/cm²/ky niedriger im Vergleich zu durchschnittlich 11 g/cm²/ky innerhalb der letzten 1,2 Millionen Jahre (Liu, 1988). Auf dem Oki-Rücken, in einer Entfernung von ca. 2300 km vom Liefergebiet, wurde in der gleichen

Zeit zwischen 1,0 und 7,7 g/cm²/ky (Quarz: 0,4 bis 3,6 g/cm²/ky) äolisch transportiertes, terrigenes Material abgelagert. Der dem Liefergebiet nächstgelegene Vergleichswert im Pazifik (DSDP Kern 576) weist für die letzten 2,5 Millionen Jahre Schwankungen zwischen 1 und 2,6 g/cm²/ky äolisch transportierter Terrigenfraktion auf. In weiterer Entfernung vom Liefergebiet des terrigenen Materials werden die Unterschiede in den abgelagerten Sedimentmengen des Pliozäns und Pleistozäns zunehmend geringer: DSDP Kern 576: 0,2 bis 0,4 g/cm²/ky (Quarz: 0,129 bis 0,254 g/cm²/ky); DSDP Kern 310: durchschnittlich 0,192 g/cm²/ky; KK 75-02: durchschnittlich 0,4 g/cm²/ky; LL GPC-3: durchschnittlich 0,190 g/cm²/ky (Quarz: 0,029 bis 0,061 g/cm²/ky) (Tab. 12). Fairbridge und Bourgeois (1978) geben für den gesamten Nordpazifik im Einflußbereich der Westwindzone rezente Akkumulationsraten äolisch transportierten Materials zwischen 0,01 und 0,2 g/cm²/ky an. Für den Südwestpazifik östlich von Australien wird von Thiede (1979) eine deutliche Quarzanreicherung in den Oberflächensedimenten bis in küstenferne Positionen beschrieben, deren laterale Verbreitung ebenso wie im Nordpazifik die Hauptrichtung der Westwindströmung nachzeichnet. Die Westwindzone der südlichen Hemisphäre ist hier wahrscheinlich für quantitativ bedeutenden äolischen Staubeintrag aus den ariden bis semiariden Klimazonen Australiens verantwortlich. Auf einer küstennahen Kernposition östlich von Neuseeland (DSDP-Kern 594) schwankt z.B. die Terrigenakkumulation, die auch hier stark von äolischer Staubbzufuhr beeinflusst wird, zwischen 1,7 und 34,5 g/cm²/ky (Quarz: 0,5 bis 8,5 g/cm²/ky) (Dersch & Stein, 1991). Im Nordostatlantik wird die äolische Staubbzufuhr aus der Sahara und deren südlicher Randgebiete maßgeblich von der Aktivität zonaler Ostwinde beeinflusst (Stein, 1984). Hier schwankt die Zufuhrmenge äolisch transportierten Materials während der letzten 2,5 Millionen Jahre zwischen 0,3 bis 12 g/cm²/ky (küstennah) und 0,1 bis 1,9 g/cm²/ky (küstenfern).

Aus der Gegenüberstellung der unterschiedlichen Zufuhrraten wird eine ausgeprägte Abnahme in der Menge des abgelagerten Materials in zunehmender Entfernung vom Liefergebiet deutlich. In den Akkumulationsraten kommt in diesem Vergleich die proximale Position der südlichen Japan See sowohl in der Menge als auch in der hohen Schwankungsbreite der Werte zum Ausdruck. Für alle der hier aufgeführten Beispiele wird ein im Vergleich zu den älteren pliozänen Ablagerungen drastischer Anstieg der Akkumulationsraten der äolischen Terrigenfraktion vor 2,5 Ma beschrieben. Dieser deckt sich nahezu exakt mit dem Einsetzen der Lößsedimentation in Asien und damit mit der Etablierung kalt/arider, glazialer Klimabedingungen (vgl. Kap. 8).

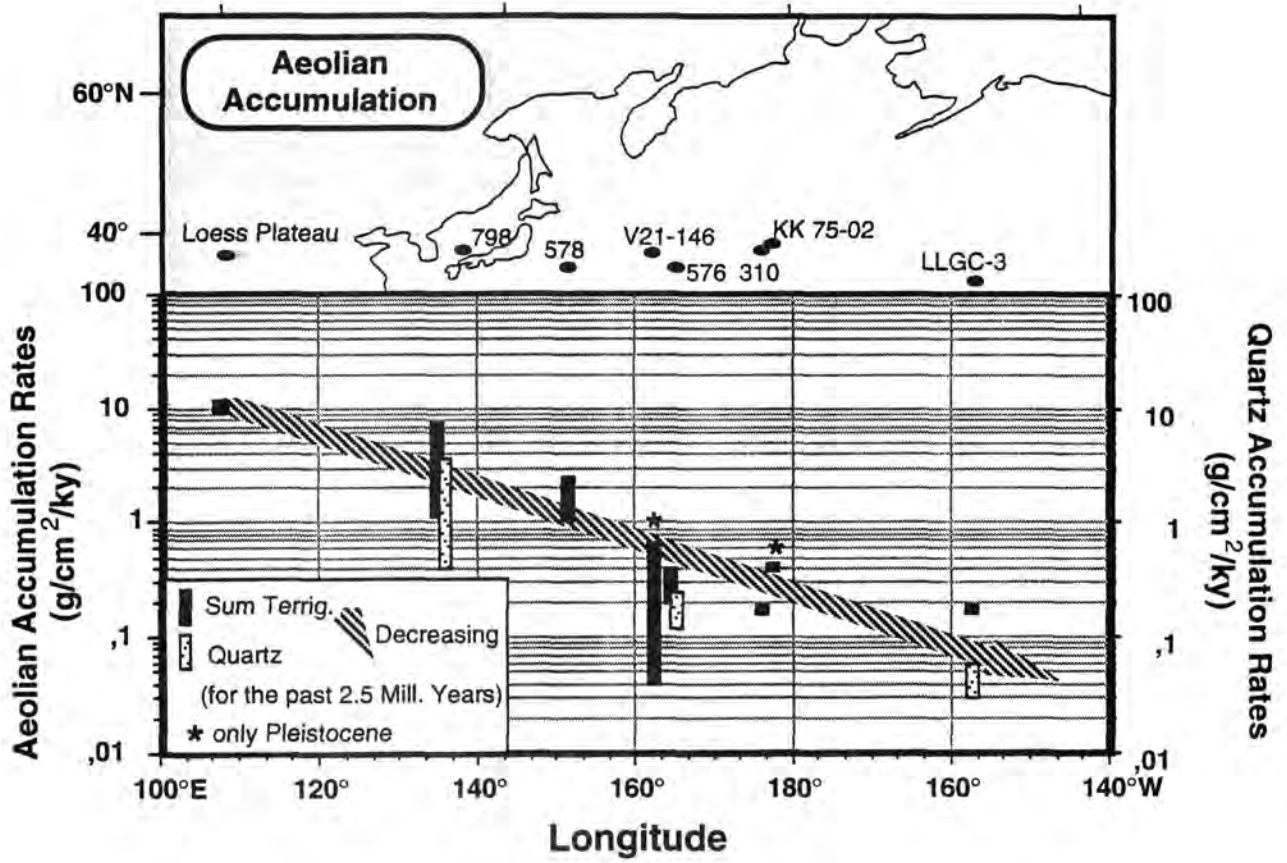


Abb. 49: Longitudinale Fraktionierung der Akkumulationsraten äolisch transportierten terrigenen Sedimentes in Abhängigkeit der Entfernung vom Liefergebiet (basierend auf Tab. 12; angegeben ist die Schwankungsbreite der letzten 2,5 Millionen Jahre).

8. Die terrigene Sedimentzusammensetzung in der Japan See während der letzten 5 Millionen Jahre: Ein Spiegel der Klimaentwicklung in Asien

Das Känozoikum ist im allgemeinen durch den Übergang von präglazialen, eher stabilen warm/humiden Klimabedingungen, zu einer durch zyklische Klimawechsel gekennzeichneten glazialen Umwelt charakterisiert. Dieser langfristige, allmähliche Wandel ist anhand von Sauerstoffisotopenkurven planktischer und benthischer Foraminiferen in Sedimentkernen weltweit belegt (z.B. Haq, 1981; Miller et al., 1987). Klimawechsel haben unmittelbare Auswirkungen auf das gekoppelte System zwischen Niederschlagsverteilungen und Vegetation und damit auch einen mittelbaren Einfluß auf Verwitterungsbedingungen, Bodenbildungs- und Erosionsprozesse an Land. Der terrigene Sedimentanteil der untersuchten Bohrungen aus der Japan See wurde in relativer Küstennähe abgelagert. Die hohe Variabilität seiner Zusammensetzung läßt daher einen unmittelbaren Zusammenhang mit der paläoklimatischen Entwicklungsgeschichte seines Herkunftsgebietes und Veränderungen im ozeanischen Strömungsregime vermuten.

Unter Berücksichtigung der Einflüsse von Alterations- und Transportprozessen soll im folgenden eine detaillierte Rekonstruktion der Klimaentwicklung Ostasiens und deren Auswirkungen auf die Sedimentation in der Japan See im Spätkänozoikum erfolgen. Die angestrebte Klimarekonstruktion wird sich im wesentlichen auf die Ergebnisse des in der südlichen Japan See gelegenen Oki-Rückens stützen. Seine isolierte Position prädestiniert die Bohrung für eine Untersuchung des von anderen Sedimentzufuhrmechanismen weitgehend ungestörten Zutrages äolisch transportierten Materials. Dessen ungeachtet zeigen die Ergebnisse aus den Untersuchungen des Terrigengehaltes im Kita-Yamato-Trog, bei ähnlicher Zusammensetzung (vgl. Kap. 7), auch dort klimaabhängige Sedimentsignale. Zumindest die langfristigen Veränderungen, die die letzten 5 Millionen Jahre charakterisieren, sind auch im Beckenkern erhalten und durch deren Korrelation mit den Sedimenten des Oki-Rückens paläoklimatisch interpretierbar.

Neben der Rekonstruktion der langfristigen Klimaveränderungen im Ablagerungsraum bietet der ausgeprägte zyklische Aufbau der Sedimente der Japan See hervorragende Voraussetzungen für hochauflösende Detailstudien. Diese können zur Aufdeckung der genetischen Ursachen des zyklischen Sedimentationswechsels führen (vgl. Kap. 8.2.2. und 8.2.3.).

Zur Verdeutlichung sind die möglichen Zusammenhänge der einzelnen Sedimentparameter sowie deren Aussagekraft im Hinblick auf die Paläoumweltbedingungen im Sedimentationsraum Japan See in Tabelle 13 zusammenfassend aufgeführt.

Tab. 13: Terrigene Sedimentparameter und ihre Aussagekraft im Hinblick auf Paläoumweltbedingungen (● = Signal; + = verstärkt/erhöht; - = verringert/niedrig).

| Parameter Interpretation | Terrigene Akkumul. | Quarz | Quarz/Feldspat -Verhältnis | Illit/ Chlorit | Chlorit/ Kaolinit | Smektit Integralbreite | Illit Al/Mg+Fe- Parameter | Augit | Korngrößen Verteilung |
|--|-----------------------|------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------------|-------|--------------------------|
| Herkunftsgebiet | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Tektonische Aktivität verstärkt | (+) | | | | | | | | |
| Klima kalt/and warm/humid | | | - (+) | (+) | (+) | | | | ● |
| Vegetation offen dicht | (+) (-) | (+) (-) | | | | | | | |
| Meeresspiegel niedrig hoch | (+) (-) | (+) (-) | | | | | | | |
| Windstärke verstärkt reduziert | (+) (-) | (+) (-) | | (+) (-) | | | | | ● |
| Äolischer Eintrag | (+) | (+) | | (+) | | | | | ● |
| Flußtransport/Transport durch ozeanische Strömungen | | | | | (+) | | | | ● |
| Vulkanismus Ereignis | | | | | | | | ● | |

8.1. Langfristige Klimaentwicklung

Die unter- bis oberpliozänen Sedimente (5 bis 2,4 Ma) der südlichen Japan See sind primär durch eine relativ einheitliche Zusammensetzung gekennzeichnet (Abb. 50 bis 54). Während dieser Phase wurde vergleichsweise wenig terrigenes Material abgelagert (Abb. 55). Einheitliche Zusammensetzung und kontinuierliche Akkumulationsraten deuten auf ein gleichmäßiges Klima im Herkunftsgebiet bzw. auf eine Phase gleichbleibender Ablagerungsbedingungen im Bereich des Oki-Rückens und des Kita-Yamato-Troges hin. Pollenuntersuchungen weisen für das späte Miozän und untere Pliozän auf warme, humid-subtropische Klimabedingungen in Japan hin (Heusser, 1992). Die physiogeographische Struktur des "Back Arc"-Beckens Japan See war zu dieser Zeit bereits voll entwickelt und die Ablagerung mariner Sedimente weit verbreitet (vgl. Kap. 2.2.). Eine Ausnahme von dieser einheitlichen Sedimentzusammensetzung im Unter- bis mittleren Oberpliozän (5 bis 2,4 Ma) stellen die ältesten Sedimente (5 bis 4 Ma) auf dem Oki-Rücken dar, die sich sowohl in ihrer Zusammensetzung als auch in der Menge des abgelagerten Materials von den übrigen Sedimenten der Bohrung unterscheiden (Abb. 50 bis 52). Dieser Abschnitt ist durch relativ hohe Terrigenakkumulationsraten, die größten mittleren Siltkorngrößen, ein niedriges Quarz/Feldspat-Verhältnis und eine deutliche Smektitdominanz in der Tonfraktion gekennzeichnet. Die hohen Smektitgehalte in den Sedimenten gehen weiterhin mit einer engen Integralbreite der Mineralstruktur einher (nach Klug & Alexander, 1974; vgl. Abb. 45). Diese Unterschiede implizieren ein anderes Liefergebiet und/oder einen unterschiedlichen Zufuhrmechanismus während dieser

Phase im Unterpliozän. Gerundete Quarzkörner, Glaukonitsande und Gradierung (Ingle et al., 1990) sowie Anteile an terrigenem organischem Material (Stax, 1993) sind im entsprechenden Kernabschnitt Hinweise auf eine allochthone Sedimentzufuhr durch Trübestrome. Während dieses Zeitraumes muß sich der Oki-Rücken also im Einflußbereich gravitativer Sedimentzufuhr befunden haben, da er noch nicht über den Meeresboden herausragte. Die turbiditischen Sandhorizonte (Ingle et al., 1990) können daher Ausdruck von tektonischer Aktivität im juvenilen Entwicklungsstadium des Rückens sein. Erst im untersten Pliozän, vor 4,5 Millionen Jahren, bildet sich eine morphologische Erhebung aus (Ingle Jr., 1992).

Im Kita-Yamato-Trog ist demgegenüber im gesamten Ablagerungszeitraum kein Einfluß tektonischer Reliefbildung im Sinne einer Hebung oder Senkung der Sedimentoberfläche zu erkennen. Er befindet sich bereits seit 5 Millionen Jahren etwa in der gleichen Wassertiefe um 2000 m (Ingle Jr., 1992). Der Trog, auf der Yamato Erhebung gelegen, ist durch die Kita-Yamato-Bank im Nordwesten und die Yamato-Bank im Südosten eingegrenzt (vgl. Abb. 11) und stellt daher ein Auffangbecken für laterale Sedimentzufuhr dar. Deren Einfluß wird in Form der ungleichmäßig in der Bohrung verteilten, distalen Turbiditlagen deutlich. Diese Zeugen gravitativer Sedimentzufuhr sind für die recht große Schwankungsbreite in den mittleren Siltkorngrößen der älteren Sedimenteinheiten mit verantwortlich (Abb. 53). Daneben sind im Grobsiltanteil von Sedimenten mit polymodaler Korngrößenverteilung (vgl. S. 49; Kap. 6.1.1.) grobe Schalenbruchstücke von Kieselorganismen enthalten, die ebenso zu einer größeren mittleren Siltkorngröße führen können. Sie decken sich mit dem Auftreten von hohen Biogenopalgehalten in der Bohrung (Abb. 54). Der relativ hohe Biogenopalgehalt in diesem Abschnitt verdünnt darüberhinaus den Terrigenanteil der Sedimente. Die absoluten Zufuhrmengen von Gesamtsediment und Terrigenanteil sind im Kita-Yamato-Trog im Vergleich zum Oki-Rücken deutlich geringer (Abb. 50 bis 55), obwohl auf dem Rücken seit etwa 4,5 Ma gravitative Sedimentzufuhr ausgeschlossen werden kann (Ingle et al., 1990). Dies erscheint zunächst widersprüchlich. Berücksichtigt man jedoch die geographische Position der untersuchten Sedimentkerne in ihrer lateralen Beziehung zum Hauptliefergebiet in Asien, so wird deutlich, daß sich der Kita-Yamato-Trog in einer mehr peripheren Lage zu dem vorherrschenden Westwindsystem und damit zur Hauptstaubzufuhr befindet. Dies ist wahrscheinlich die Ursache für die deutlich höheren terrigenen Sedimentakkumulationsraten auf dem Oki-Rücken. Die Zusammensetzung der Tonfraktion ist sowohl auf dem Oki-Rücken als auch im Kita-Yamato-Trog durch den Übergang von einer Smektitdominanz im Liegenden zu einer Illitdominanz in den jüngeren Sedimenten gekennzeichnet. Für den Nordpazifik wird in der Übergangsphase vom mittleren Miozän bis ins Pleistozän ein ebensolcher Wechsel in der Tonmineralvormacht beschrieben und mit einem übergeordneten, langfristigen Wechsel von warm/humiden zu kalt/ariden Klimabedingungen erklärt (Chamley, 1989).

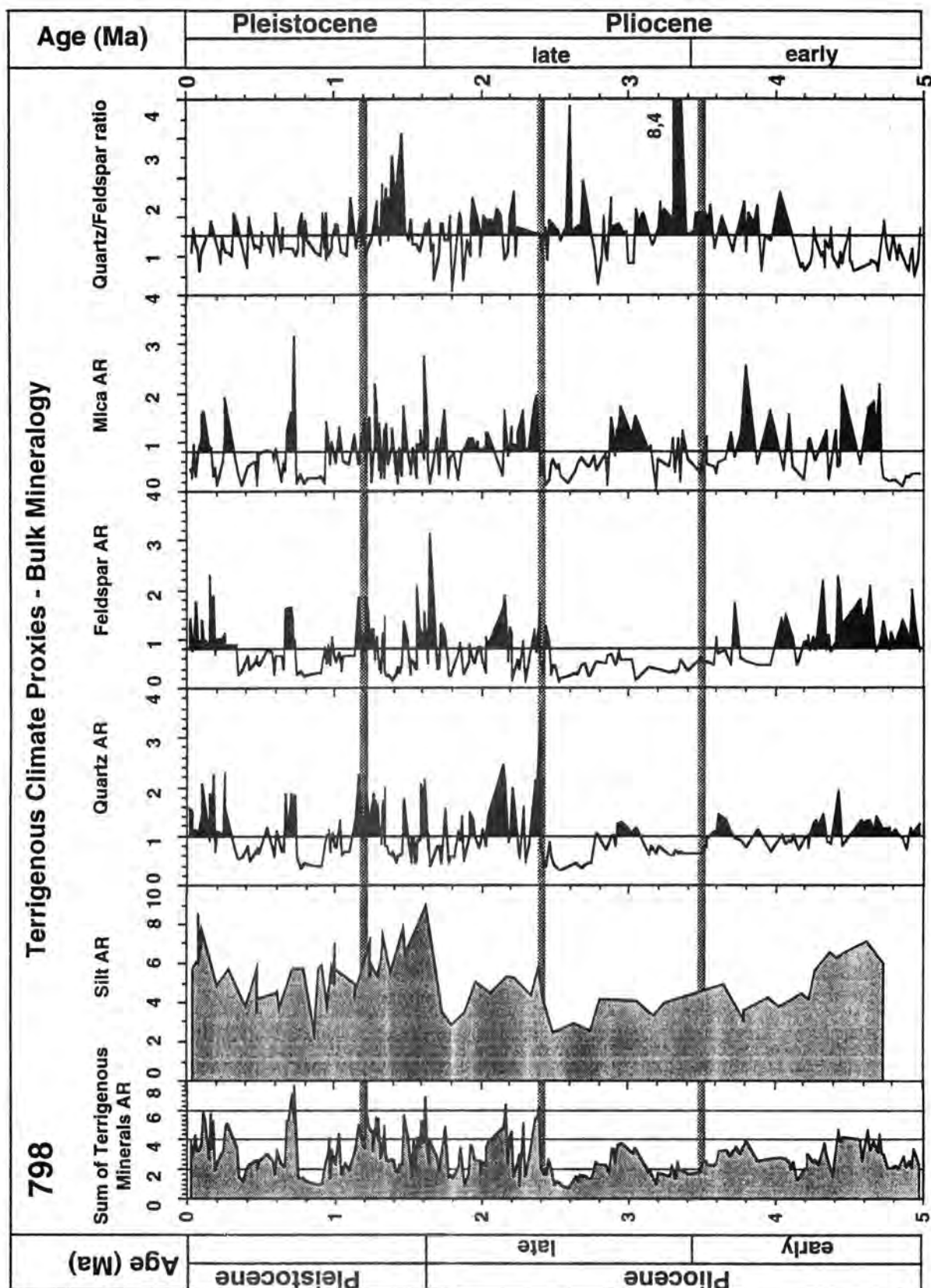


Abb. 50: Akkumulationsraten terrigener Sedimentkomponenten sowie Quarz/Feldspat-Verhältnisse von Bohrung 798 (Oki-Rücken) (Die schattierten, horizontalen Balken zeigen markante Umschwünge, s. Text; AR = Akkumulationsrate in g/cm²/ky).

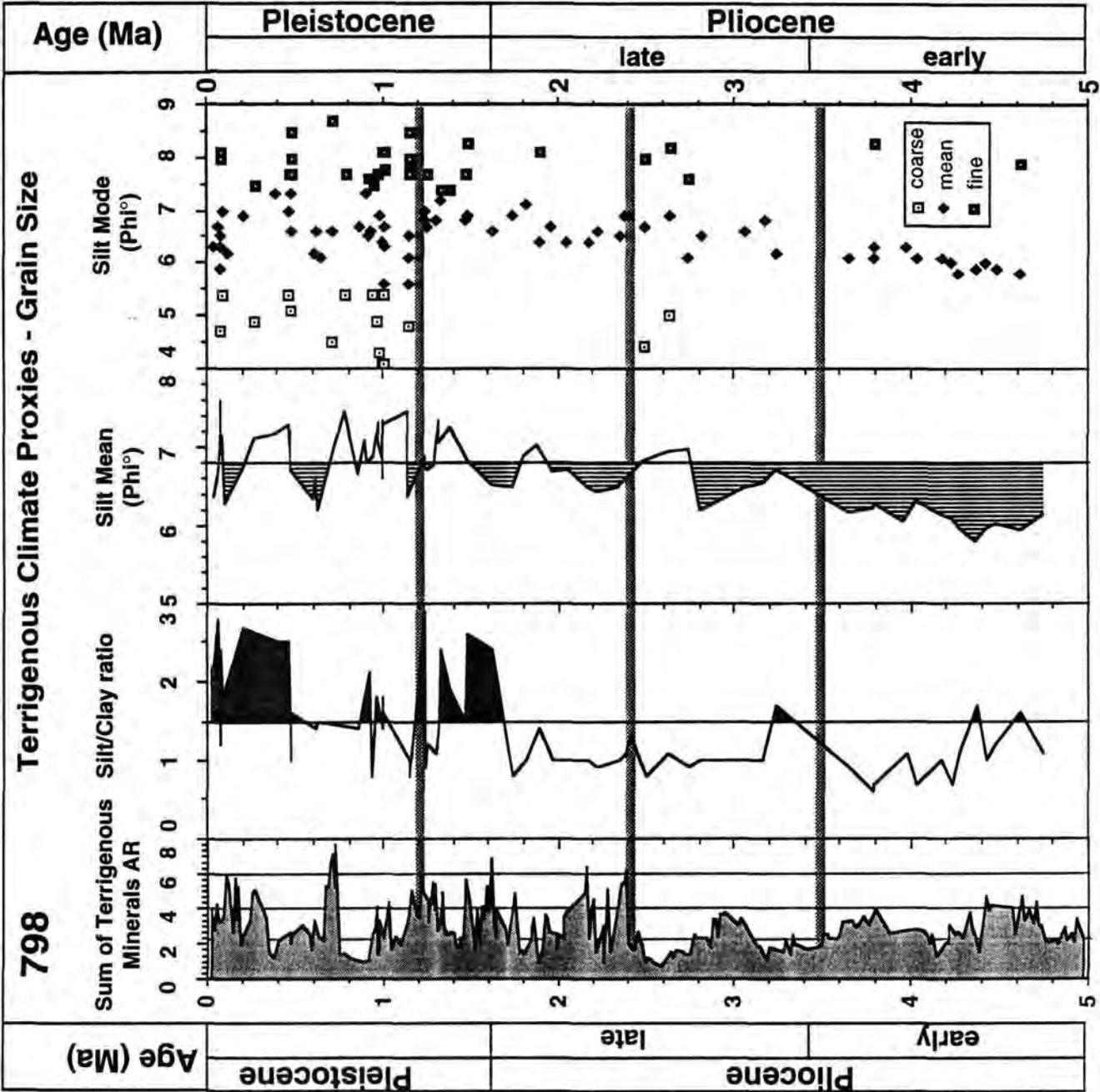


Abb. 51: Veränderungen in den Korngrößenparametern von Bohrung 798 (Oki-Rücken) im Verlauf der Ablagerungsgeschichte (Die schattierten, horizontalen Balken zeigen markante Umschwünge, s. Text; AR = Akkumulationsrate in g/cm²/ky).

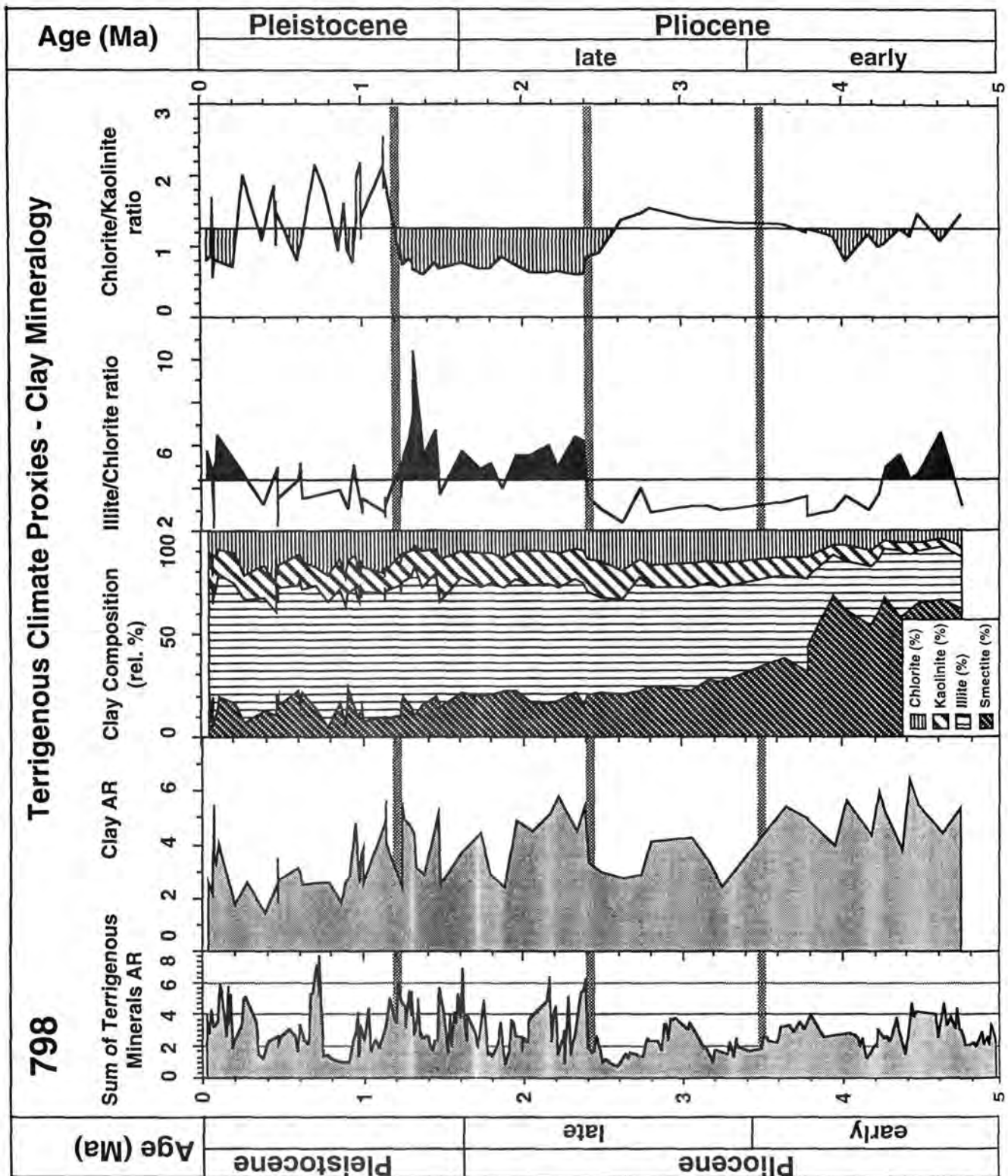


Abb. 52: Tonakkumulation, Tonzusammensetzung und Illit/Chlorit- und Chlorit/Kaolinit-Verhältnisse von Bohrung 798 (Oki-Rücken) (Die schattierten, horizontalen Balken zeigen markante Umschwünge, s. Text; AR = Akkumulationsrate in g/cm²/ky).

Nach Jolivet & Tamaki (1992) ist seit etwa 7 Millionen Jahren eine zunehmende Verflachung der Nordverbindungen der Japan See zum offenen Ozean zu verzeichnen, wobei der Einfluß kalten Oberflächenwassers jedoch lange dominierte (Kaltwasserfauna planktischer Foraminiferen; Matoba, 1984). In diesem älteren Zeitabschnitt existierte bis vor 3,5 Millionen Jahren nach Tada (1993) keine Südverbindung der Japan See zum Gelben Meer bzw. zum Pazifik. In der Zeit vor der Öffnung ist die Sedimentation in der Japan See immer wieder durch Wechsel zwischen oxischen und suboxischen bzw. euxinischen Tiefenwasserbedingungen gekennzeichnet, was sich teilweise in der Ausbildung laminierter Sedimente äußerte (Tada, 1993; Stax, 1993). Die wechselnden Tiefenwasserbedingungen werden auf einen periodischen Einstrom sauerstoffarmen Pazifikwassers ("Pacific Intermediate Water" (PIW)) durch die Meeresstraßen im Norden der Japan See zurückgeführt (Tada, 1993).

Mit dem erstmaligen Auftreten einer tropischen Warmwasserfauna vor 3,5 Millionen Jahren ist die Öffnung einer südlichen Meeresstraße in die Japan See dokumentiert (Tada, 1993). Auf dem Oki-Rücken ist zu diesem Zeitpunkt eine Abnahme in den mittleren Korngrößen der Sedimente zu beobachten (Abb. 51). Dies kann mit dem zunehmenden Einfluß der "Paläo"-Tsushima Straße und der damit verbundenen neuen Zufuhrwege für terrigenes Feinmaterial aus größerer Entfernung erklärt werden. Die zunächst leichte Abnahme der Gesamt-, Quarz- und Tonakkumulation auf dem Oki-Rücken zum gleichen Zeitpunkt kann ein Hinweis auf eine abnehmende terrigene Sedimentzufuhr von Norden sein (Abb. 50 und 52). Die gleichzeitige Abnahme des Opalgehaltes im Kita-Yamato-Trog (Abb. 54) spricht ebenfalls für eine geringere Zufuhr von kaltem, nährstoffreichem Wasser aus dem Norden, bedingt durch eine Verflachung der Zufuhrwege und/oder eine zunehmende Warmwasserzufuhr durch die Tsushima-Straße im Süden. Beides könnte zu einer Herabsetzung der Produktivität im Oberflächenwasser geführt haben.

Die Zusammensetzung der älteren Sedimente in der Japan See (5 bis 2,4 Ma) zeigt demnach, neben klar eingrenzbaren, lokalen Einflüssen (Sedimentzufuhr durch Trübestrome), durchaus Reaktionen auf globale Impulse, die mit einem im gesamten Pazifik dokumentierten Wechsel zu allgemein kälteren Klimabedingungen im Verlauf des Pliozäns einhergehen (Tonmineralparagenese). Besonders wichtig ist in dieser Phase auch die Änderung der hydrographischen Rahmenbedingungen in der tektonisch aktiven "Back-Arc"-Struktur der Japan See. Dies hat eine Verlagerung des Wasseraustausches mit angrenzenden Ozeanbereichen zur Folge und wirkt sich damit auf Nährstoffgehalt und Produktivität (Matoba, 1984; Stax, 1993; Tada, 1993) sowie auf die Zufuhr terrigenen Sedimentmaterials aus.

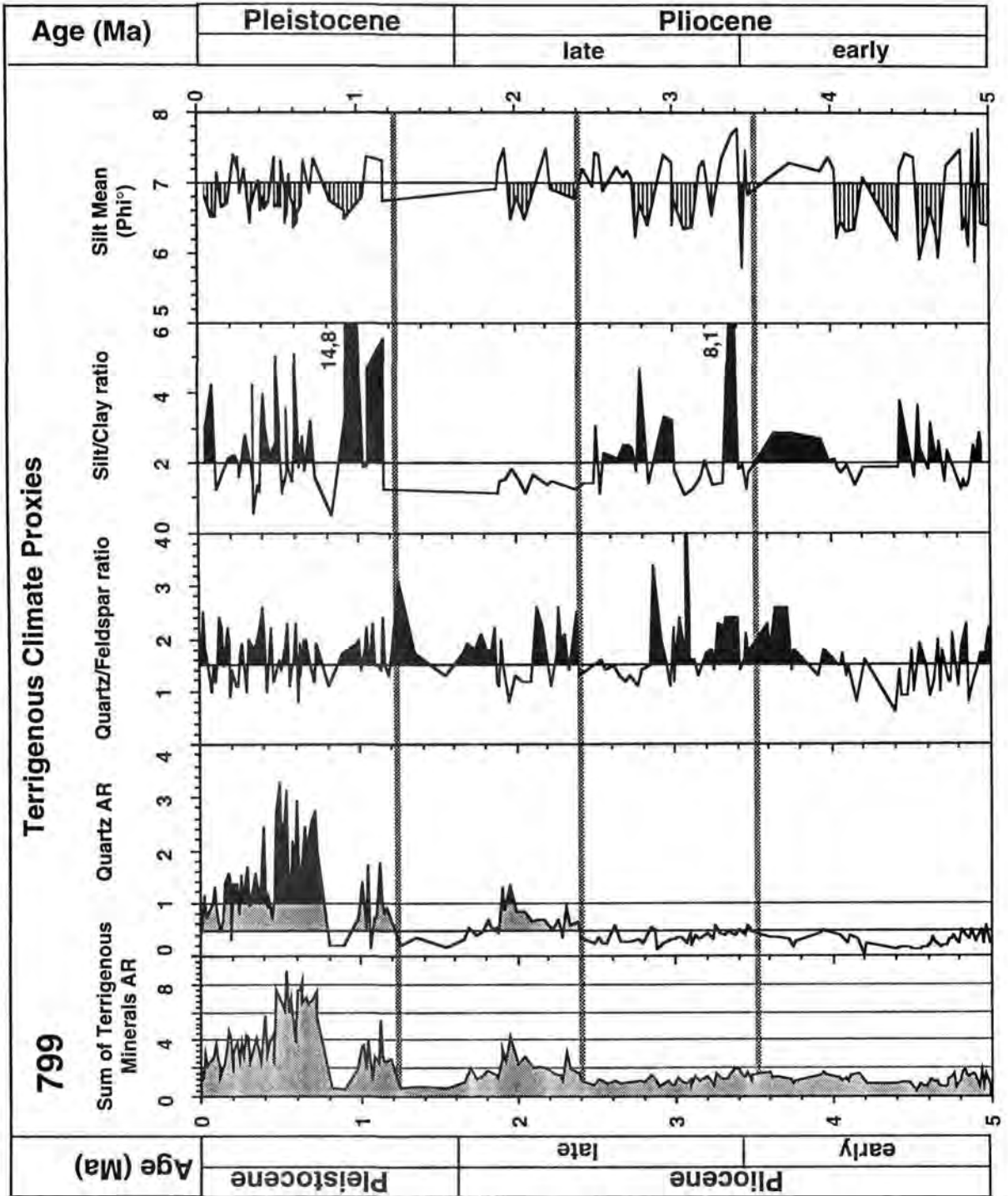


Abb. 53: Akkumulationsraten terrigener Sedimentkomponenten, Silt/Ton- und Quarz/Feldspat-Verhältnisse sowie mittlere Siltkorngröße (Silt Mean) von Bohrung 799 (Kity-Yamato-Trog) (Die schattierten, horizontalen Balken zeigen markante Umschwünge, s. Text; AR = Akkumulationsrate in $\text{g/cm}^2/\text{ky}$).

Der erste, eindeutig klimainduzierte Umschwung in der Japan See ist in der markanten Änderung von Zusammensetzung und Zufuhr des terrigenen Sedimentanteils auf dem Oki-Rücken und im Kita-Yamato-Trog vor 2,4 Millionen Jahren dokumentiert (Abb. 50 bis 55; vgl. Abb. 57). Sowohl die Akkumulationsraten des Gesamtsedimentes als auch die der Einzelkomponenten sind besonders auf dem Oki-Rücken drastisch erhöht. Direkt im Übergang vor 2,4 Ma steigt die Quarzakkumulation auf dem isolierten Rücken von durchschnittlich $0,8 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$ um den Faktor 4,5 auf den Höchstwert von $3,6 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$ und pendelt sich anschließend bei einem Mittelwert von $1,3 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$ ein (Abb. 50). Auch im Kita-Yamato-Trog ist dieser markante Wechsel in einem Anstieg der mittleren Quarzakkumulationsraten um den Faktor 2,3 von $0,3 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$ auf $0,7 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$ zu erkennen (Abb. 53). Dieser enorme Anstieg ist sowohl in der Gesamtterrigenzufuhr als auch in den Feldspat- und Glimmerakkumulationsraten dokumentiert und kommt ebenso in einer Zunahme der mittleren Korngrößen (von $6,6$ auf $6,4^\circ \Phi$) auf dem Oki-Rücken vor 2,4 Millionen Jahren zum Ausdruck (Abb. 51). Im Quarz/Feldspat-Verhältnis und im Illit/Chlorit-Verhältnis ist eine relative Zunahme von Quarz- und Illitgehalten dokumentiert, die als Hauptindikatormineralien für Windstaubtransport in diesem Gebiet gelten (vgl. Kap. 7). Die Gehalte an marinem organischen Material sind seit 2,4 Millionen Jahren ebenfalls deutlich erhöht (Stax, 1993). Untersuchungen aus anderen Ozeangebieten und an Landsedimenten zeigen, daß es sich bei diesen drastischen Änderungen nicht um ein lokal begrenztes Phänomen handeln kann. Dieser Umschwung steht vielmehr in Einklang mit einer globalen Änderung im Ablagerungsgeschehen. Rea (1989) stellt in einem Pazifik-Kern (DSDP Kern 576) einen Anstieg in der Terrigenzufuhr von $0,07$ auf $0,2$ bis $0,4 \text{ g/cm}^2/\text{ky}$ vor 2,5 Millionen Jahren fest und führt dies auf einen erhöhten Staubeintrag aus Asien zurück. In weiteren Untersuchungen aus dem Nordpazifik (Leinen & Heath, 1981), dem Südwestpazifik (Dersch & Stein, 1991; Stein & Robert, 1985), dem Nordatlantik (Jansen et al., 1988; Shackleton et al., 1984) und dem tropisch-subtropischen Nordostatlantik (Ruddiman & Janecek, 1989; Stein, 1984) ist ebenfalls eine drastische Änderung der Ablagerungsbedingungen zu diesem Zeitpunkt dokumentiert. Allgemein werden diese Veränderungen als Folge der Ausbildung vollglazialer Verhältnisse auf der Nordhemisphäre gesehen (Shackleton et al., 1984; Shackleton & Opdyke, 1976). Eine globale Abkühlung führt zu einem höheren Temperaturgradienten zwischen Pol und Äquator, wodurch eine Verstärkung der ozeanischen und atmosphärischen Strömungssysteme verursacht wird. Die Änderungen im Nordpazifik werden daher direkt mit verstärkter äolischer Sedimentzufuhr in Zusammenhang gebracht (Leinen & Heath, 1981; Rea, 1989). Dies bedeutet aber auch, daß im Herkunftsgebiet des windtransportierten Materials eine deutliche Klimaänderung stattgefunden haben muß und entsprechend erodier- und transportierbares Material zur Verfügung gestellt worden ist.

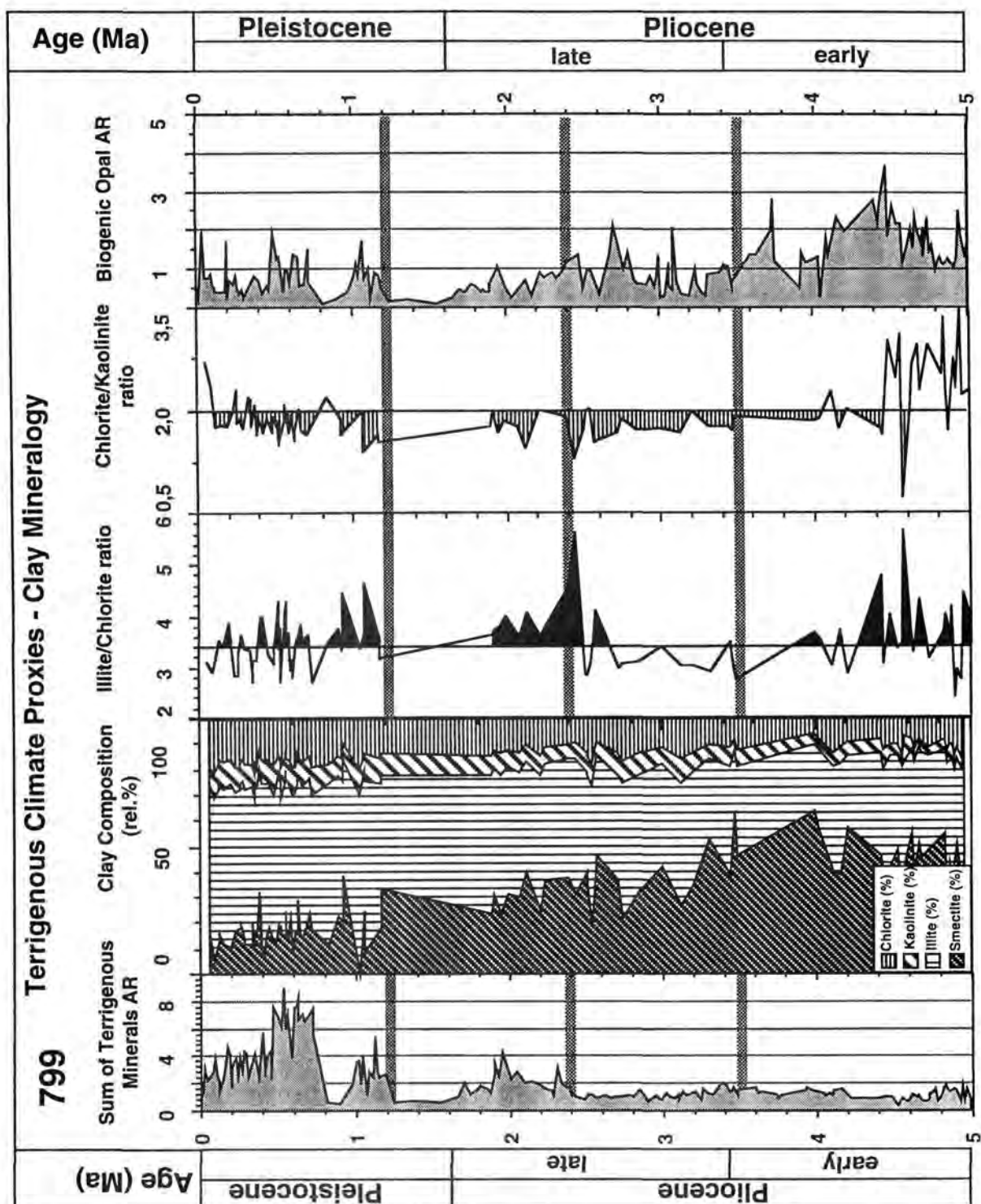


Abb. 54: Tonzusammensetzung, Illit/Chlorit- und Chlorit/Kaolinit-Verhältnisse und Opalakkumulationsraten von Bohrung 799 (Kita-Yamato-Trog) (Die schattierten, horizontalen Balken zeigen markante Umschwünge, s. Text; AR = Akkumulationsrate in g/cm²/ky)

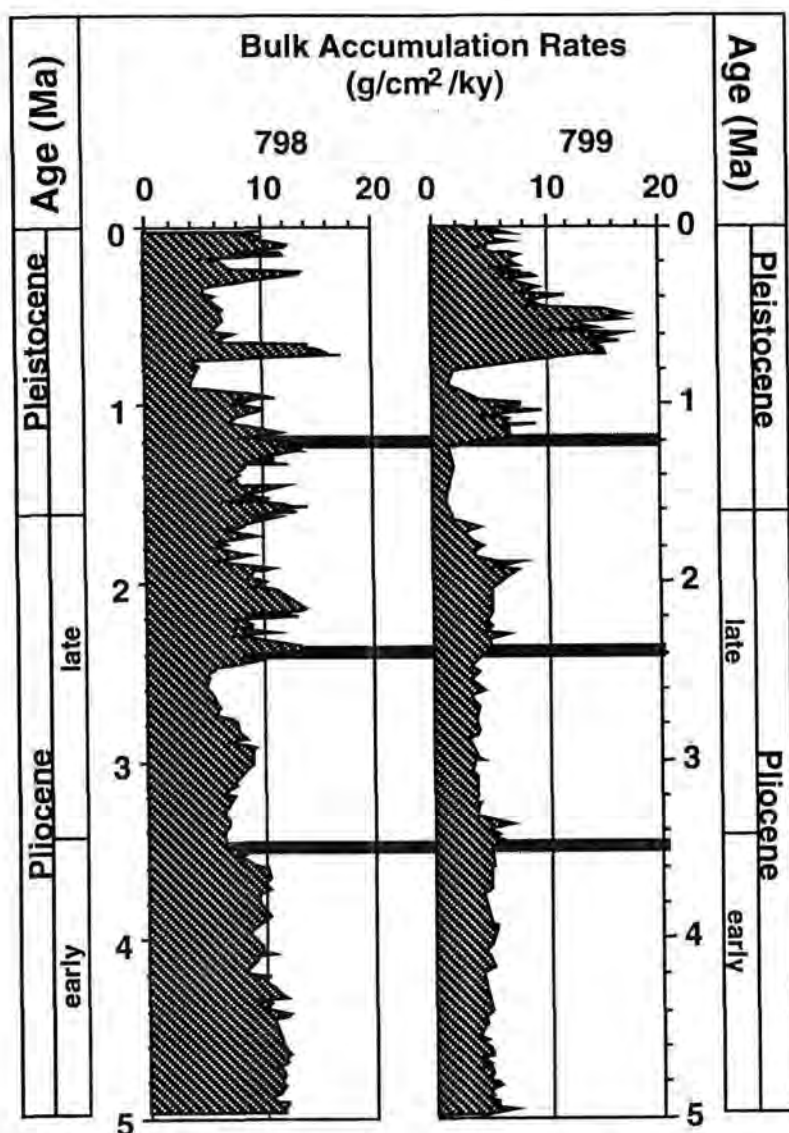


Abb. 55: Gesamtakkumulationsraten von Bohrung 798 (Oki-Rücken) und Bohrung 799 (Kita-Yamato-Trog) (Die schattierten, horizontalen Balken zeigen markante Umschwünge, s. Text).

Der wohl bedeutendste Hinweis auf Auswirkungen eines drastischen Klimawechsels an Land ist der Beginn der mächtigen Lößablagerungen in China vor 2,48 Millionen Jahren. Der Beginn der Lößablagerungen bzw. der drastische Klimaumschwung in Asien wird auch mit der Hebungsgeschichte des Himalaya in Verbindung gebracht. Wahrscheinlich konnte sich erst nach Hebung des Gebirgsmassivs über einen bestimmten Schwellenwert eine der heutigen Situation ähnliche Klimazonierung in Asien etablieren (Ding et al., 1992; Pye, 1987). Das Gebirgsmassiv stellt seither die nördliche Barriere für den "indischen Monsun" dar. Nördlich des Himalaya konnte sich ein intensives, stabiles Winterhoch ausbilden, das für das aride Klima in Nordwestchina verantwortlich ist. Mittel- und Südostchina und damit auch ein großer Teil der lößbedeckten Flächen, bleiben unter dem Einfluß des Monsunklimas mit seinen charakteristischen saisonal gebundenen Niederschlägen. Im Nordwesten des

Landes entstehen, infolge von Frost- und Salzverwitterung, große Mengen äolisch transportierbaren Materials, das zunächst in der ausgedehnten Lößbedeckung eine erste "Lagerstätte" bildet (Abb. 56). Monsunklima und geringe Vegetationsbedeckung sowie eine intensive atmosphärische Zirkulation schaffen hier die Grundlage für den weiteren lateralen (Wind-)Transport des vorwiegend aus Feinsilt und Ton bestehenden Lößmaterials. Die Löß/Paläosol-Wechselfolgen der Lößprofile werden auf Perioden verstärkter äolischer Staubzufuhr bzw. Bodenbildungsphasen im glazial-/interglazialzeitlichen Wechsel zurückgeführt (Kukla, 1989). Durch die Datierung der Lößabfolgen (Magnetostratigraphie, Thermolumineszenz und Radiokarbondatierung; Kukla & An, 1989; Liu, 1988) konnte der zyklische Wechsel der Ablagerungsbedingungen an Land mit marinen Sauerstoffisotopenkurven korreliert werden, die Klimaänderungen globalen Ausmaßes zeigen.

Für das Sedimentationsgeschehen in der Japan See haben dieser Klimawechsel und seine Auswirkungen in Asien im Pliozän und Pleistozän eine deutlich erhöhte äolische Zufuhr terrigenen Sedimentmaterials zur Folge (Abb. 50 bis 55). Vor 2,4 Millionen Jahren beginnt eine von zyklischen Wechseln geprägte Sedimentation, deren periodische Einzelwertschwankungen in ihrer Amplitude im Vergleich zu den älteren Sedimenten mehr als verdoppelt sind (Abb. 57). Diese Schwankungen können als Reaktion auf die Ausbildung einer glazialen Umwelt interpretiert werden und sind wahrscheinlich in Zusammenhang mit verstärkter bzw. verminderter atmosphärischer Staubzufuhr im Glazial/Interglazial-Wechsel zu sehen (vgl. Kap. 8.2.1.).

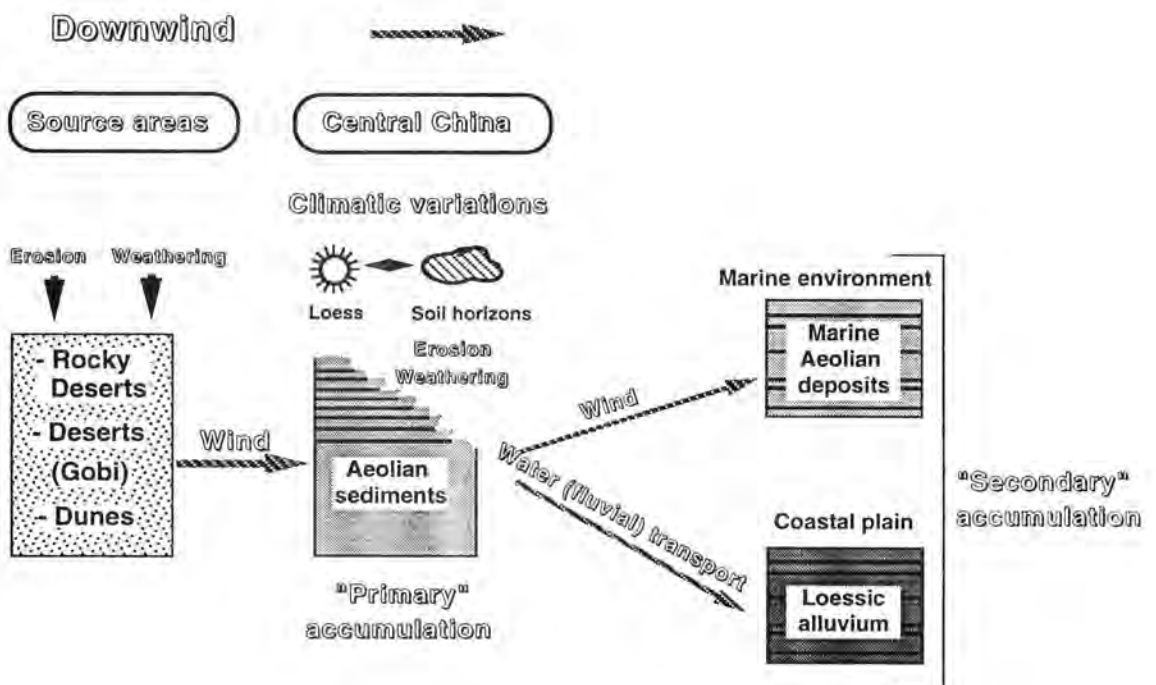


Abb. 56: Transport- und Ablagerungsschema für die Lößsedimente Chinas.

In der Ablagerungsperiode von 2,4 Ma bis heute sind neben den zyklischen Klimawechseln Signale enthalten, die auf weitere längerfristige klimatische Veränderungen hinweisen. In der Phase zwischen 2,4 und 1,2 Millionen Jahren ist eine relativ konstante äolische Sedimentzufuhr in den gleichbleibend hohen Verhältnissen von Illit zu Chlorit bei niedrigem Chlorit/Kaolinit-Verhältnis dokumentiert (Abb. 52). In Asien herrscht im Zeitraum zwischen 1,9 und 1,2 Ma eine großflächige, offene Steppenvegetation unter trockenem und kaltem Klima vor (Kukla & An, 1989). Der Anstieg des Silt/Ton-Verhältnisses auf dem Oki-Rücken vor 1,7 Ma (Abb. 51) kann mit verstärkter Windintensität und/oder einer Reduktion der Vegetationsdecke unter arideren Klimabedingungen interpretiert werden (Abb. 51). Eine weitere Erklärung kann eine verminderte Tonzufuhr sein. Ein allgemein höheres Meeresspiegelniveau und die damit verbundene verstärkte Ablagerung von (lokalem) Tonmaterial auf den Schelfflächen kann z. B. eine Ursache für eine geringere Tonzufuhr im Bereich des Oki-Rückens sein.

Sowohl auf dem Oki-Rücken als auch im Kita-Yamato-Trog zeichnet sich vor 1,2 Ma eine erneute Änderung im Ablagerungsgeschehen ab. Auf dem Oki-Rücken herrscht nunmehr ein steter Wechsel zwischen Sedimenten mit hohen Illit- und Kaolinitgehalten relativ zu Chlorit und umgekehrt vor (Abb. 52). Die bessere Erhaltung der Feldspäte, in einem niedrigen Quarz/Feldspat-Verhältnis dokumentiert, weist für diesen jüngsten Ablagerungszeitraum auf einen geringeren Einfluß chemischer Verwitterung unter mehr kalt/ariden Klimabedingungen hin (Abb. 50). Im Kita-Yamato-Trog macht sich dieser Umschwung durch eine erhöhte Zufuhr von gesamtterrigenem Material und Quarz sowie einem drastischen Anstieg des Silt/Ton-Verhältnisses und einem niedrigeren Quarz/Feldspat-Verhältnis bemerkbar (Abb. 53). Die Tonzusammensetzung zeigt eine relative Erhöhung von Illit und Kaolinit zu Chlorit und eine deutliche Abnahme des Smektitanteils (Abb. 54). Besonders die Veränderungen auf dem Oki-Rücken sind Anzeichen für eine weitere drastische Abkühlung, in deren Folge es wahrscheinlich zu bedeutenden hydrographischen Wechseln in der Japan See kam (Abb. 57). Letzteres ist vor allem durch die starke Fluktuation im Illit- und Kaolinitgehalt relativ zum Chlorit angezeigt. Dies kann mit einer periodischen Abschnürung der Japan See erklärt werden. Dadurch kommt es zu einem zyklischen Wechsel der vorherrschenden Zufuhrmechanismen für Terrigenmaterial zwischen einerseits äolischem Eintrag und andererseits ozeanischer bzw. fluvialer Sedimentzufuhr (Abb. 57).

Wahrscheinlich haben im Vergleich zu dem Zeitabschnitt von 2,4 bis 1,2 Ma extremere Meeresspiegelschwankungen und/oder tektonische Prozesse zu einer zeitweiligen Isolation der Japan See während der letzten 1,2 Millionen Jahre geführt (Abb. 57). Dies äußert sich in deutlich lokal geprägten Veränderungen der Sedimentzusammensetzung und kann daher nicht immer direkt mit Klimaereignissen auf dem asiatischen Festland (bestimmten Löß- oder Bodenhorizonten) korrelierbar sein (vgl. Kap. 8.2.1.). Davon abgesehen, stehen allgemein die seit 1,2 Millionen

Jahren deutlich stärkeren Schwankungen der Sedimentzusammensetzung in der Japan See mit einem ausgeprägten Wechsel von feucht-gemäßigtem zu trocken-kaltem Klima in China in Einklang (Kukla & An, 1989). Besonders die drastischen zyklischen Änderungen in der Tonzusammensetzung und in den Korngrößen im Zeitraum vor 1,2 Ma bis heute sind sicher mit längerfristigen Wechseln zwischen mehr kalten, ariden und eher warmen, humiden Phasen auf dem asiatischen Festland und im Sedimentationsraum Japan See interpretierbar (vgl. Kap. 8.2.1.). Die Basis der insgesamt mächtigsten und größten Lößschicht in China fällt mit dem markanten Wechsel der Ablagerungsbedingungen in der Japan See vor 1,2 Millionen Jahren zusammen (Lishi Löß; Ren & Shi, 1986). Nach Shackleton & Opdyke (1976) ist auch global seit etwa 1 Million Jahren eine deutliche Zunahme der Intensität der quartären Klimafluktuationen in marinen Sedimenten dokumentiert. Ein erneuter Anstieg im Terrigengehalt und der Quarzakkumulation sowie ein Wechsel zu gröberen mittleren Siltkorngrößen vor circa 0,8 Ma, sowohl auf dem Oki-Rücken (Abb. 50 und 51) als auch im Kita-Yamato-Trog (Abb. 53), fällt gleichfalls mit der Basis einer markanten Lößschicht in China zusammen. Zeitgleich wird ein starker Hebungsimpuls im Himalaya beschrieben (Kukla & An, 1989; Abb. 57).

Eine mögliche Beeinflussung der untersuchten Sedimente durch vulkanischen Eintrag, der in den letzten 1,4 Ma deutlich zugenommen hat (Abb. 54; Poucelet et al., 1992) kann in der Japan See nicht ausgeschlossen werden. In beiden Bohrungen sind zahlreiche Aschelagen enthalten, die jedoch nicht beprobt wurden. In Spuren ist vulkanisches Glas auch in den untersuchten Sedimenten enthalten. Die quantitative Verteilung der Aschelagen in der Bohrung deckt sich jedoch keinesfalls mit den in diesem Kapitel beschriebenen Anzeichen für paläoklimatische Veränderungen. Eine Verfälschung der Ergebnisse durch Mineralgehalte in den Aschen kann daher ausgeschlossen werden (vgl. Kap. 9). Darüberhinaus enthalten die Aschelagen durchschnittlich nur 2 bis 10 % (maximal 30%) Mineralanteil, so daß sich dies im Mineralbudget nicht dominant auswirken kann (vgl. Kap. 9).

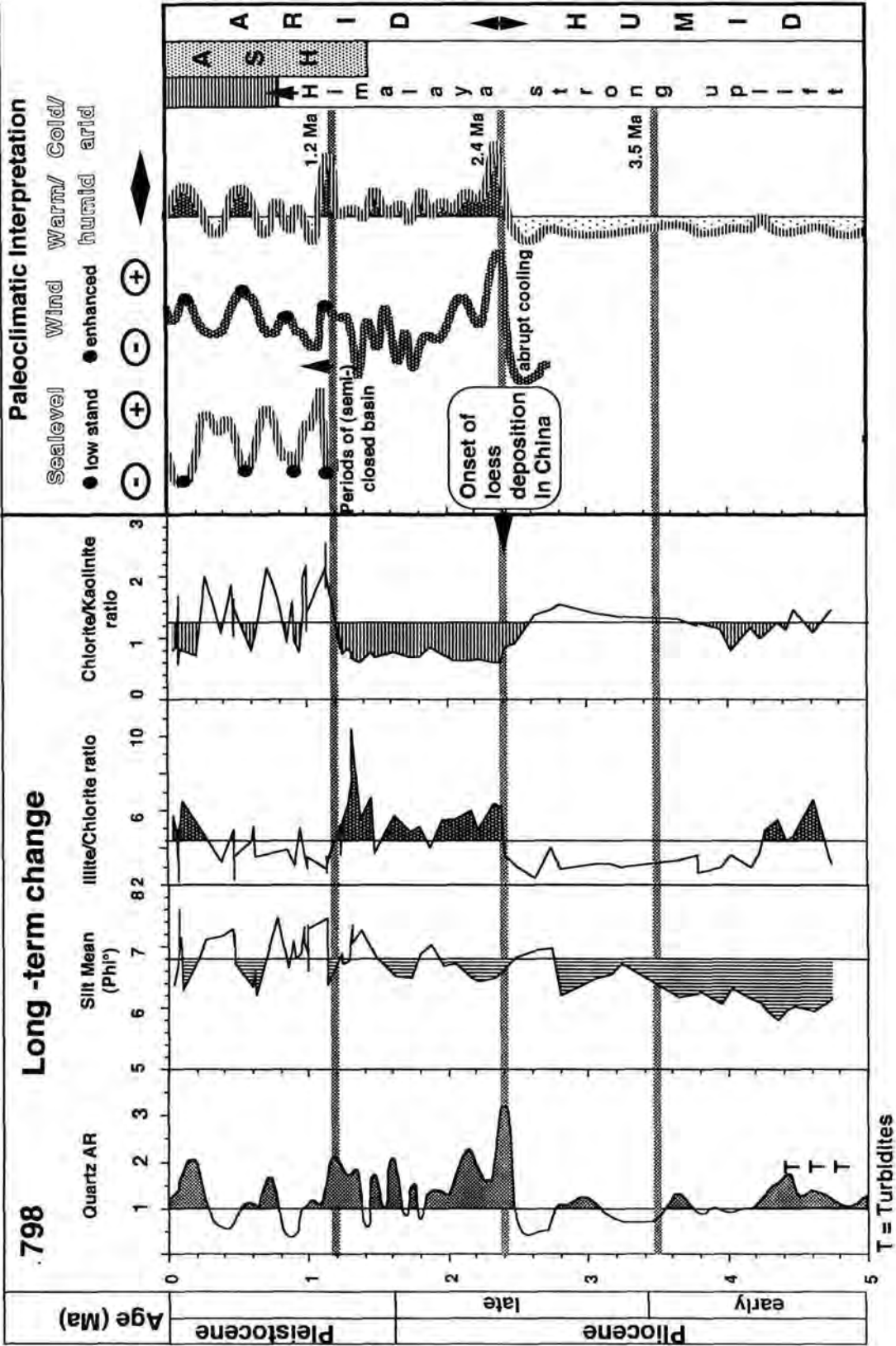


Abb. 57: Langfristige paläoklimatische Entwicklung im Sedimentationsraum Japan See (AR = Akkumulationsrate in g/cm²/ky).

8.2. Sedimentzyklen in der Japan See

Eines der wohl auffälligsten und interessantesten Merkmale der Sedimente der Japan See ist die Ausbildung von Sedimentzyklen in den Ablagerungen. In regelmäßigen Abständen wiederkehrende Wechsel in der Sedimentzusammensetzung, wie sie aus zahlreichen marinen und terrestrischen Ablagerungen bekannt sind (z.B. DeBoer, 1991; Fischer, 1991; Grötsch et al., 1991; Hemleben & Swinburne, 1991; Henrich, 1991; Vail et al., 1991), lassen auf über lokale Ursachen hinausgehende Steuerungsprozesse schließen. Die zyklische Sedimentation in der Japan See wird im allgemeinen mit einem Zusammenspiel von verschiedenen Faktoren wie relativen Meeresspiegelschwankungen, polarer Vereisung, Sauerstoffgehalt im Bodenwasser und Klima- und Produktivitätsschwankungen in Verbindung gebracht (Alexandrovich, 1992; Föllmi et al., 1992).

8.2.1. Klimazyklen im Quartär

Das alternierende Auftreten von Löß- und Bodenhorizonten in den Lößprofilen Chinas wird mit Klimazyklen im Glazial-/Interglazial-Wechsel erklärt (Hovan et al., 1989; Kukla, 1989). Dies konnte anhand einer Korrelation mit marinen Isotopenkurven, die globale Klimaschwankungen zeigen, manifestiert werden (Liu, 1988; Hovan et al., 1989; Kukla, 1989). In Abbildung 58 sind Gesamtterrigen- und Quarzgehalte der eigenen Untersuchungen neben einer Isotopenkurve aus dem Atlantik (Ruddiman et al., 1989; DSDP Kern 607; 41,00°N, 32°58'W) und charakteristischen Löß- bzw. Bodenhorizonten in China dargestellt (Kukla & An, 1989). Ein Zusammenhang zwischen erhöhten Terrigengehalten in der Japan See, Lößhorizonten in China und den Glazialstadien 2, (5d?), 6, 10 und 12 der aufgeführten Sauerstoffisotopenkurve konnte aus der Darstellung hergeleitet werden (Abb. 58). Dies ist ebenso in den höheren Quarzakkumulationsraten während der Kaltphasen 2, (5d?), 6, 8 und 18 angezeigt (Abb. 58). Nach Tada et al. (1992) sind in der Japan See, mit Ausnahme der Stadien 4 und 8, die Glazialzeiten der letzten 800.000 Jahre durch eine deutlich erhöhte Terrigenzufuhr gekennzeichnet. Eine eindeutige Zuordnung der Sedimentabfolgen in der Japan See zu charakteristischen Löß- bzw. Bodenhorizonten in China bleibt aufgrund der relativ geringen Probendichte jedoch schwierig. Dies liegt zum Teil auch am häufigen Auftreten von alternierenden und sich überlagernden, undifferenzierten Löß/Boden-Wechselfolgen an Land. Eine Ursache hierfür könnte eine allgemein höhere Staubzufuhr über einen längeren Zeitraum hinweg sein (vgl. Abb. 58). Eine Vermischung des Klimasignals im Sediment durch eine zeitliche Verzögerung zwischen Temperatur- und Niederschlagsänderungen und deren Folgeerscheinungen in Form von Vegetationswechsel, Bodenbildungs- und Erosionsprozessen an Land kann zu quantitativ ähnlichen Zufuhrmengen während unterschiedlicher Klimabedingungen führen. Verstärkte atmosphärische Zirkulation während Glazialzeiten würde bei noch intakter Vegetationsdecke zunächst keine deutlichen Änderungen in der atmosphärischen Staubzufuhr verursachen. Umgekehrt

kann, sobald die Vegetationsdecke aufgebrochen ist, selbst bei gleichbleibender Windintensität eine verstärkte Staubaufnahme in die Atmosphäre erfolgen.

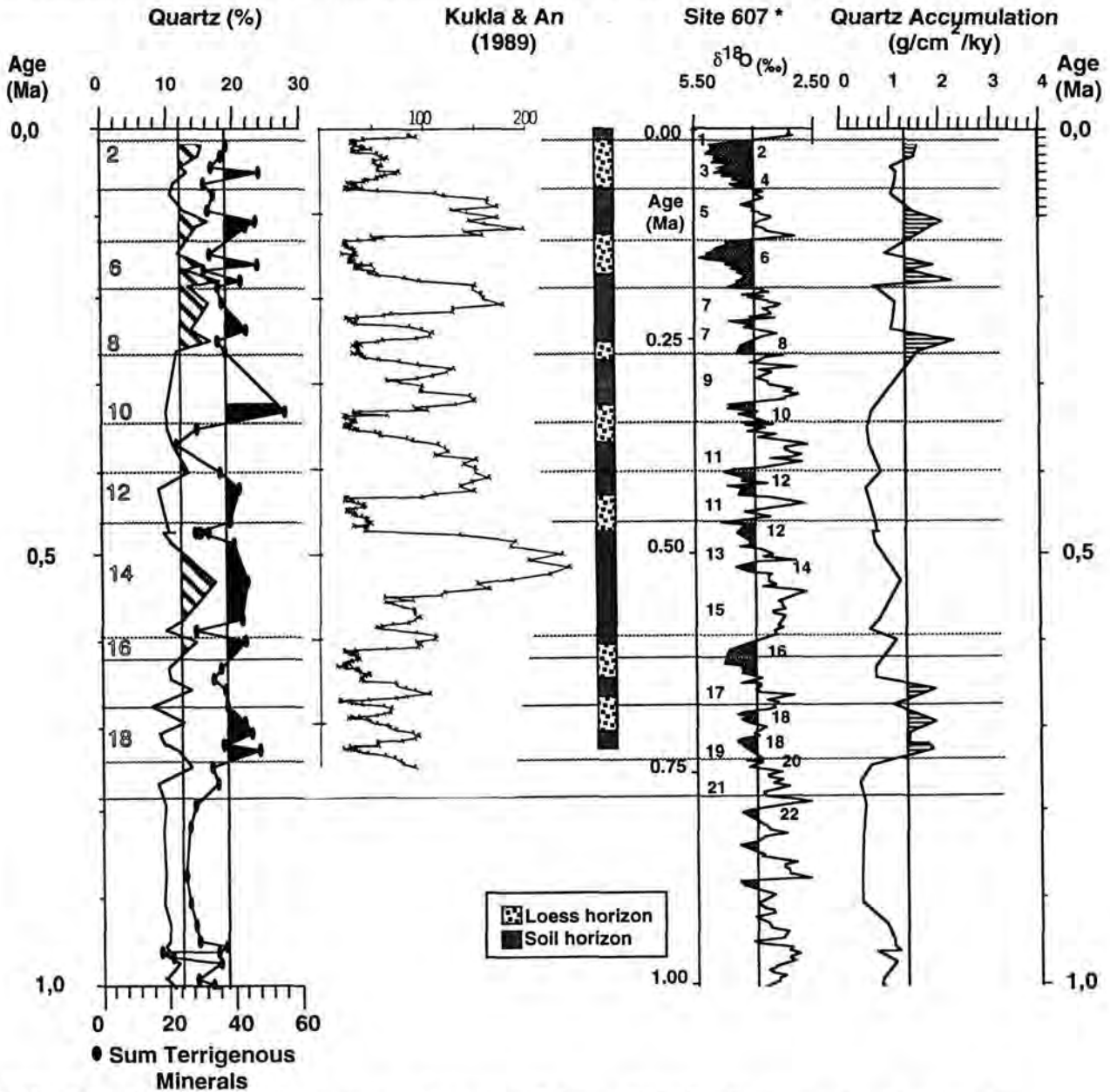


Abb. 58: Gegenüberstellung eigener Daten von Bohrung 798 (Oki-Rücken) mit markanten Löß- und Bodenhorizonten in Xifeng (China), der zugehörigen magnet. Suszeptibilitätskurve (SI-Einheiten) (nach Kukla & An, 1989) sowie einer Sauerstoffisotopenkurve aus dem Nordatlantik (* = Kern 607, Raymo et al., 1989) für die letzten 1 Million Jahre.

Um festzustellen, ob Unterschiede in der terrigenen (äolischen) Sedimentzufuhr im Glazial-/Interglazial-Wechsel quali- und quantifizierbar sind, sollte eine sehr enge zeitliche Einstufung bei möglichst hoher Probendichte gegeben sein. Diese Vorgabe ist in einer eng beprobten Kernsektion des Oki-Rückens realisiert und ermöglicht definitive Unterscheidungen zwischen Ablagerungsbedingungen unter verschiedenen Klimasituationen (Kap. 8.2.2.).

8.2.2. Sedimentbilanz im Glazial und Interglazial

Rhythmische Variationen in der Sedimentzusammensetzung auf dem Oki-Rücken (nach Foellmi et al.; 1992: Zyklen erster Ordnung in der Japan See) zeigen eine ausgeprägte großräumige Zyklizität in regelmäßigen Abständen von durchschnittlich 5 m. Diese Wechsel zwischen hell- bzw. dunkel- dominierten Kernabschnitten (Hell/Dunkel-Zyklen) wurden bereits an Bord beschrieben und quantifiziert. Die Zyklen sind zum Teil auch in den Kurven der Bohrlochmessungen (Widerstand, Gamma-Strahlung, Dichte) sehr deutlich dokumentiert. Der ausgeprägte zyklische Aufbau dieses Abschnittes legt weiterhin einen möglichen Zusammenhang mit Variationen der Erdbahnparameter nahe, deren Einfluß auf die globalen känozoischen Klimabedingungen in vielen Untersuchungen gezeigt worden ist (z. B. DeBoer, 1991; Fischer, 1991; Hays et al., 1976; Martinson et al., 1987). Auf der Basis von paläomagnetischen Fixpunkten wurden die Gamma-Strahlungs-Messungen der Bohrung mit einer marinen Sauerstoffisotopenkurve aus dem Nordatlantik (Ruddiman et al., 1989), die die globalen Klimaschwankungen zeigt, korreliert. In einer Spektralanalyse der so "getunten" Widerstandsdaten konnte der Einfluß von Orbital-Zyklen auf die zeitliche Abfolge der zyklischen Sedimentationswechsel durch die nunmehr enge Datenzeitreihe besser herausgefiltert werden (DeMenocal et al., 1992). Für den Altersabschnitt zwischen 1,0 und 2,6 Ma ergaben sich aus der Spektralanalyse dominante 41.000-Jahre-Zyklen (Erdschiefe), daneben treten auch 100.000-(Exzentrizität) und 23.000-Jahre-Zyklen (Präzession) auf. Die in dieser Arbeit untersuchten zyklischen Sedimentationswechsel mit einer Mächtigkeit von durchschnittlich 5 m (s. o.) sind dabei mit dem Erdschiefe-Zyklus (41.000 Jahre) in Phase.

Ein Kernabschnitt mit besonders deutlich ausgeprägten zyklischen Wechseln wurde an Bord für eine Detailbeprobung ausgewählt, um mögliche Zusammenhänge zwischen Änderungen der sedimentphysikalischen Eigenschaften und damit einhergehenden Änderungen in der Sedimentzusammensetzung aufzudecken. So können z. B. niedrige Widerstandswerte auf hohe Opalgehalte zurückgehen. Opalreiche Sedimente sind in der Regel durch hohe Porositäten gekennzeichnet und weisen demzufolge einen niedrigen elektrischen Widerstand auf. Die Korrelation zwischen sedimentphysikalischen Parametern und der Sedimentzusammensetzung erfolgte u. a. im Hinblick auf eine mögliche Voraussagbarkeit einer aus Bohrlochdaten hergeleiteten Sedimentzusammensetzung (DeMenocal et al., 1992).

Für die eigene Arbeit boten die zur Verfügung gestellten, eng aufeinander folgenden Segmentproben (zur Probenahme vgl. Kap. 3) die Möglichkeit, in hoher zeitlicher Auflösung Unterschiede in der terrigenen Sedimentzusammensetzung zwischen einzelnen Zyklusabschnitten zu erkennen, zu definieren und auch in stratigraphischer und klimatischer Hinsicht zu interpretieren. Eine Tiefenkorrelation der Sedimente, als Voraussetzung für den Vergleich mit den Bohrlochdaten, basiert auf einer Aschelage (Abb. 59; DeMenocal et al., 1992).

Aufgrund des gegebenen stratigraphischen Rahmens (41.000 Jahre für einen Zyklus) ist es möglich, relative Änderungen in der Zusammensetzung dieses Kernabschnittes dem periodischen Wechsel von Glazial- und Interglazialzeiten zuzuordnen und auch Abschätzungen über absolute Zufuhrmengen zu treffen. Besonders auffällig ist die Kovarianz zwischen Widerstandsmessungen, dem Gesamtterrigengehalt und den einzelnen terrigenen Mineralbestandteilen sowie das dazu gegenläufige Verhalten des Opalgehaltes (Abb. 59). Anhand der Sedimentparameter können 5 Glazial-/Interglazialzyklen unterschieden werden (Abb. 59). Die Abschnitte mit hohen Terrigengehalten und hohen Widerstandswerten lassen sich Intervallen mit verstärkter äolischer Staubzufuhr während Glazialzeiten zuordnen. Niedrige Terrigenanteile und hohe Opalgehalte werden dagegen in Interglaziale gestellt.

Unter der Annahme, daß ein solcher Glazial-/Interglazialzyklus eine Dauer von ca. 41.000 Jahren umfaßt (DeMenocal et al., 1992), können für die unterschiedenen Abschnitte mittlere Sedimentationsraten und, unter Hinzunahme von Porositäts- und Dichtewerten (Ingle et al., 1990), auch absolute Zufuhrmengen für die einzelnen Zyklen abgeschätzt werden. In Tabelle 14 sind diese Berechnungen unter zwei verschiedenen Vorbedingungen realisiert. Im Fall A werden unterschiedliche Sedimentationsraten für die Glazial- bzw. Interglazialphasen angenommen; Fall B hingegen steht für einheitliche Sedimentationsraten während eines Zyklus. Die Sedimentationsraten stellen dabei die Basis für die aufgeführten mittleren Gesamtakkumulationsraten der jeweiligen Abschnitte dar. Auf der Grundlage gemittelter Gesamtterrigen-, Quarz- und Opalgehalte für die 5 unterschiedlichen Zyklen (Tab. 14) können mit Hilfe der Gesamtzufuhr nun auch absolute Zufuhrmengen von Einzelkomponenten abgeschätzt und verglichen werden. Es ist dabei hervorzuheben, daß nach beiden Berechnungsmöglichkeiten (A) und (B) die terrigene (äolische) Zufuhr jeweils im Glazial höher ist als im Interglazial. Die Akkumulation von Biogenopal verhält sich dagegen umgekehrt, d. h. sie ist im Interglazial erhöht. Im letzten Interglazial (Holozän) wurde für die Japan See im Vergleich zum letzten Glazial ebenso eine höhere Opalakkumulation beschrieben und als Hinweis auf eine höhere Produktivität im Oberflächenwasser gesehen (Burckle, 1992). Als einzige Ausnahme kann die höhere Quarzakkumulation im interglazialen Abschnitt V auf den Einfluß der benachbarten Aschelage zurückgehen.

Die äolische Terrigenzufuhr schwankt demnach im Glazial-/Interglazial-Wechsel zwischen 5,39 und 2,62 g/cm²/ky, die Quarzakkumulation in gleicher Weise zwischen 2,02 und 0,98 g/cm²/ky. Diese Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit der Schwankungsbreite der für die Routineproben im entsprechenden Zeitabschnitt ermittelten Werte (vgl. Kap. 8.1.). Die Akkumulation von Biogenopal, als Anzeiger für höhere bzw. niedrigere Paläoproduktivität im Oberflächenwasser, zeigt ebenso klimazyklische Variationen und verhält sich gegenläufig zur Zufuhr terrigenen Materials. Sie schwankt zwischen 0,8 g/cm²/ky im Glazial und 1,76 g/cm²/ky im Interglazial (siehe auch Stax, 1993).

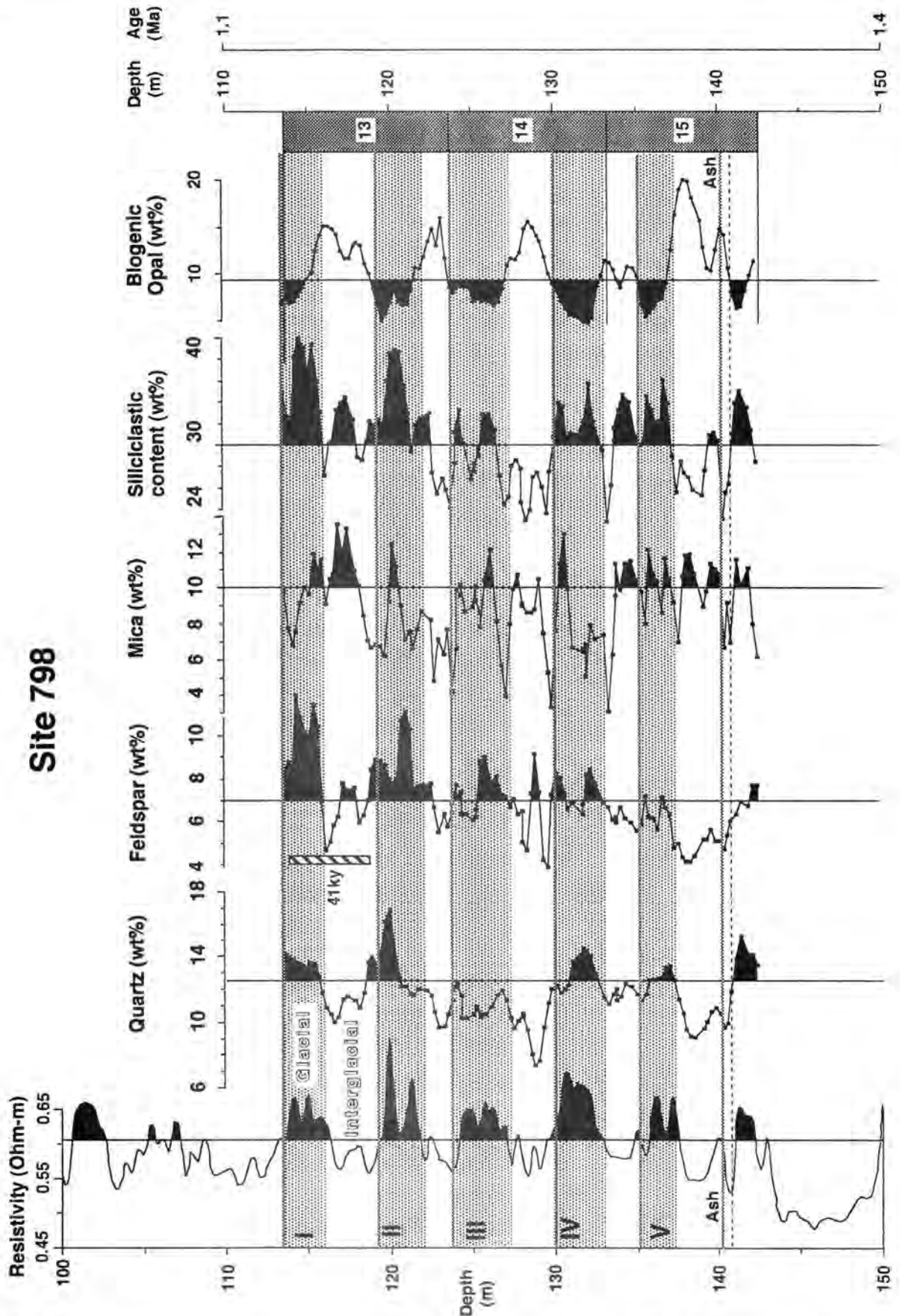


Abb. 59: Korrelation von gesamtmineralogischer Zusammensetzung, Bohrlochmessungen (DeMenocal et al., 1992) und Biogenopalgelhalt (DeMenocal et al., 1992) in Sektion 13-15 (Teilbohrung 798B) (I bis V = Zuordnung der zyklischen Abfolge zu Glazial/Interglazialzyklen).

Tab. 14: Berechnete Akkumulationsraten für die 5 definierten Glazial-/Interglazialzyklen von Sektion 13-15 (Teilbohrung 798B). (A)=unterschiedliche Sedimentationsraten in Kalt- und Warmzeit; (B)= einheitliche Sedimentationsraten in Kalt- und Warmzeit.

| Section | | SR(A) cm/1000y | SR(B) cm/1000y | WBD g/cm3 | Por.(%) (%) | BAcc.(A) g/cm2/ky | BAcc.(B) g/cm2/ky |
|---------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|----------------|----------------------|----------------------|
| I | Glacial | 16,7 | 14,6 | 1,57 | 68,6 | 14,42 | 12,63 |
| | Interglacial | 12,5 | 14,6 | 1,57 | 68,6 | 10,83 | 12,63 |
| II | Glacial | 15,0 | 13,3 | 1,57 | 68,6 | 12,99 | 11,55 |
| | Interglacial | 11,7 | 13,3 | 1,57 | 68,6 | 10,09 | 11,55 |
| III | Glacial | 15,0 | 13,8 | 1,57 | 68,6 | 12,99 | 11,91 |
| | Interglacial | 12,5 | 13,8 | 1,57 | 68,6 | 10,83 | 11,91 |
| IV | Glacial | 17,5 | 15,0 | 1,57 | 68,6 | 15,16 | 12,99 |
| | Interglacial | 12,5 | 15,0 | 1,51 | 71,4 | 9,72 | 11,66 |
| V | Glacial | 10,0 | 12,5 | 1,51 | 71,4 | 7,77 | 9,72 |
| | Interglacial | 15,0 | 12,5 | 1,51 | 71,4 | 11,66 | 9,72 |

| Section | | Qtz % averaged | Opal % averaged | Feldspar % averaged | Mica % averaged | Sum Terrig. % averaged | Qz/Fsp-Ratio averaged |
|---------|--------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|
| I | Glacial | 13,7 | 8,4 | 10,33 | 9,62 | 37,36 | 1,46 |
| | Interglacial | 11,5 | 13,1 | 6,38 | 10,16 | 30,73 | 1,89 |
| II | Glacial | 13,3 | 6,8 | 8,82 | 8,18 | 34,18 | 1,59 |
| | Interglacial | 10,7 | 13,3 | 6,65 | 7,72 | 29,22 | 1,63 |
| III | Glacial | 11,2 | 7,6 | 7,26 | 7,98 | 28,94 | 1,61 |
| | Interglacial | 9,6 | 13,0 | 6,29 | 8,26 | 25,85 | 1,61 |
| IV | Glacial | 13,3 | 6,2 | 7,58 | 8,47 | 32,92 | 1,80 |
| | Interglacial | 11,6 | 10,8 | 6,09 | 9,00 | 30,09 | 1,98 |
| V | Glacial | 12,6 | 6,8 | 6,49 | 10,84 | 33,65 | 2,06 |
| | Interglacial | 10,2 | 15,1 | 4,92 | 9,61 | 27,04 | 2,14 |

| Section | | QtzAR(A) g/cm2/ky | QtzAR(B) g/cm2/ky | OpalAR(A) g/cm2/ky | OpalAR(B) g/cm2/ky | Sum Terrig. AR (A) averaged | Sum Terrig. AR (B) averaged |
|---------|--------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| I | Glacial | 1,97 | 1,73 | 1,21 | 1,06 | 5,39 | 4,72 |
| | Interglacial | 1,25 | 1,45 | 1,42 | 1,65 | 3,33 | 3,88 |
| II | Glacial | 1,73 | 1,54 | 0,88 | 0,78 | 4,44 | 3,95 |
| | Interglacial | 1,07 | 1,23 | 1,34 | 1,54 | 2,95 | 3,37 |
| III | Glacial | 1,46 | 1,34 | 0,98 | 0,90 | 3,76 | 3,45 |
| | Interglacial | 1,04 | 1,14 | 1,41 | 1,55 | 2,80 | 3,08 |
| IV | Glacial | 2,02 | 1,73 | 0,93 | 0,80 | 4,99 | 4,28 |
| | Interglacial | 1,13 | 1,35 | 1,05 | 1,26 | 2,92 | 3,51 |
| V | Glacial | 0,98 | 1,22 | 0,52 | 0,66 | 2,62 | 3,27 |
| | Interglacial | 1,19 | 1,00 | 1,76 | 1,46 | 3,15 | 2,63 |

Eine Bilanzierung der Unterschiede in der Terrigenzufuhr zwischen Glazial- und Interglazialzeiten ermöglicht nun auch einen Vergleich mit ähnlichen Daten angrenzender Ozeanbereiche. Nach Untersuchungen an marinen Sedimenten im Nordpazifik weist die äolische Staubzufuhr auch hier zyklische Schwankungen auf, die mit Glazial/Interglazial-Wechseln korrelieren. Die Terrigenakkumulation ist dabei im Glazial im Vergleich zu Interglazialzeiten deutlich erhöht (Hovan et al., 1989; Hovan & Rea, 1991; Rea, 1989). Dies wird auf zyklische Schwankungen zwischen kalt/ariden und mehr warm/humiden Klimabedingungen zurückgeführt. In der Japan See bzw. am Beispiel eines Pazifik-Kernes (Hovan et al., 1991) bedeutet der Übergang von interglazialen zu glazialen Klimabedingungen einen Anstieg in der Zufuhrmenge äolisch transportierten, terrigenen Materials um den Faktor 2,1 (von 2,6 auf 5,4 g/cm²/ky) bzw. 1,7 (von 0,225 auf 0,375 g/cm²/ky). In den absoluten Unterschieden ist dabei die proximale (Japan See) bzw. distale (Pazifik) Position in Beziehung zum Liefergebiet sowie die Tendenz zu geringeren Schwankungsbreiten in größerer Entfernung vom Liefergebiet repräsentiert.

Eine übergeordnete Zyklizität in der Sedimentzusammensetzung auf dem Oki-Rücken repräsentiert demnach Unterschiede in der Sedimentzufuhr, die durch den Wechsel zwischen glazialen und interglazialen Klimabedingungen ausgelöst werden. Die charakteristischen Merkmale der wechselnden spätquartären Klimasituationen lassen sich im Einzelnen folgendermaßen interpretieren:

Abkühlung und verstärkte Eisbildung während **Glazialzeiten** gehen in der Regel mit drastischen Veränderungen von Niederschlagsverteilung und Vegetation sowie einer deutlichen Meeresspiegelabsenkung einher. Eine offene Steppenvegetation, entstanden unter kalt/ariden Klimabedingungen und eine Ausdehnung der Landflächen bis auf die größtenteils trockengelegten Schelfareale, führen zu einer Erhöhung des erodierbaren terrigenen Sedimentpotentials. Verstärkte atmosphärische Zirkulation zu Glazialzeiten kann besonders im Einflußbereich von ariden bis semiariden Klimazonen an Land eine verstärkte Staubaufnahme bis in die höhere Troposphäre zur Folge haben. Auf diese Weise wird der äolische Terrigeneintrag in den marinen Ablagerungsraum deutlich erhöht. Auf dem asiatischen Festland sind eiszeitliche Klimabedingungen durch eine Abschwächung des Sommermonsuns über Mittel- und Südostchina geprägt, was sich in einer deutlichen Reduktion der nahezu ausschließlich auf die Sommermonate begrenzten jährlichen Niederschläge äußert. Dies hat eine Ausbreitung der ariden Klimazonen in südliche Richtung zur Folge (Liu, 1988). Durch die Ausdehnung der Landfläche auf das während Meeresspiegelniedrigständen zum größten Teil trockengefallenen Gelben Meeres (Wassertiefen deutlich unter 200 m) ist das potentielle Liefergebiet für terrigenes Material in der Japan See deutlich vergrößert und auch nähergerückt. Besonders der Anstieg der Gesamtterrigenzufuhr und der Quarzakkumulation sowie die relative Erhöhung des Illit- und Kaolinitanteils im Sediment, als Hauptindikatormineralien für Windstaubtransport in diesem Gebiet, sind Folgen glazialer Klimabedingungen im Sedimentationsraum. Durch die starke Wind-

staubzufuhr, besonders während der sturmaktiven Winter- und Frühjahrsmonate (Liu, 1988), wird das Signal möglicher lokaler Sedimentzufuhr in der Japan See derart überlagert, daß es nicht mehr erkennbar ist. Wahrscheinlich hat während glazialer Meeresspiegelniedrigstände nur noch eine Flußrinne des Huang He von dessen rezenter Flußmündung in Richtung Japan See bestanden (Keigwin & Gorbarenko, 1992; Oba et al., 1991; vgl. Abb. 1). Von dieser Frischwasserzufuhr abgesehen, war die glaziale Japan See ein nahezu isoliertes Becken. Stagnierende Tiefenwasserbedingungen, die durch den fehlenden Wasseraustausch und eine mögliche stabile Schichtung in der Wassersäule (verursacht durch die Frischwasserzufuhr) begründet sein können, sind durch die teilweise starke Anreicherung organischen Materials angezeigt (s. Stax, 1993). Die niedrigen Opalgehalte deuten auf eine herabgesetzte Oberflächenwasserproduktivität hin.

Eine globale Erwärmung und die Abschmelzung der Eismassen in den polaren Gebieten während **Interglazialzeiten** führen zu wärmeren Durchschnittstemperaturen, höheren Niederschlagsmengen, einer Änderung der Vegetation sowie einem globalen Meeresspiegelanstieg. Bei einem relativ hohen Meeresspiegelniveau wird das Terrigenmaterial größtenteils bereits auf den wasserbedeckten Schelfgebieten abgelagert und gelangt daher nicht mehr direkt bis über die Schelfkante hinaus in den Ozean. Durch eine dichtere Vegetationsdecke an Land und eine abgeschwächte atmosphärische Zirkulation ist auch äolischer Staubtransport deutlich reduziert. In China sind Interglazialzeiten durch eine Verstärkung des Sommermonsuns und ausgeprägte Bodenbildungsprozesse infolge warm/humider Klimabedingungen charakterisiert (Liu, 1988). Für die Sedimentation in der Japan See haben die veränderten Klimabedingungen an Land eine stark verringerte äolische Zufuhr terrigenen Materials während Interglazialzeiten zur Folge. Dies zeigt sich z. B. auch in der relativen Zunahme des Einflusses lokaler Sedimentzufuhr, der in den höheren Chloritgehalten der Tonfraktion angezeigt ist. Während Glazialzeiten ist dieses Signal wahrscheinlich von äolischem Staubeintrag überdeckt. In den hohen Opalakkumulationsraten, einem Anzeichen für erhöhte Paläoproduktivität im Oberflächenwasser, kommt wahrscheinlich der wiederhergestellte Wasseraustausch mit dem angrenzenden marinen Milieu zum Ausdruck.

Abbildung 60 soll die Auswirkungen der konträren Paläoumweltbedingungen während Glazial- bzw. Interglazialperioden auf die Ablagerungsbedingungen in der Japan See verdeutlichen.

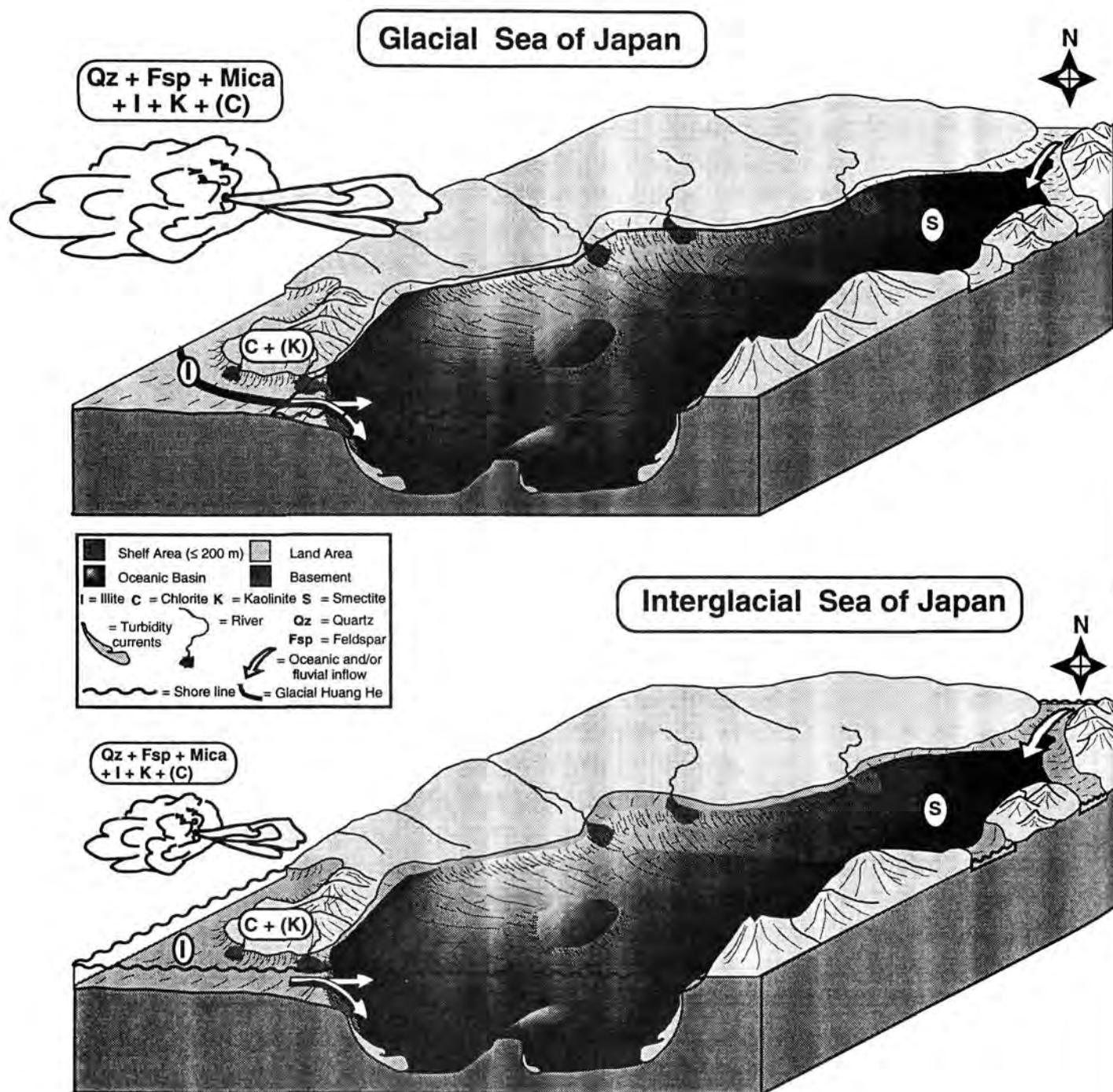


Abb. 60: Modell der Ablagerungsbedingungen unter den extremen Klimasituationen von Glazial- und Interglazial-Phasen.

8.2.3. Spätquartäre Hell/Dunkel-Zyklen

Die Sedimente des Oki-Rückens zeigen in den obersten 140 Metern hochfrequente hell/dunkel-Wechsel mit einer Mächtigkeit von 10 bis 160 cm. Bei einer mittleren Sedimentationsrate von 12 cm/ky umfassen sie einen Zeitabschnitt zwischen 1000 und 10.000 Jahren und gehören nach Foellmi et al. (1992) zu den Sedimentzyklen 2. Ordnung in der Japan See. Eine Detailbeprobung dieses Kernabschnittes hatte die Charakterisierung der ausgeprägten Hell/Dunkel-Zyklen zum Ziel. Dazu wurden die einzelnen Zyklen im Kernabschnitt zwischen 3 und 35 m gezielt beprobt (vgl. Abb. 15) und im Hinblick auf Unterschiede im Quarzgehalt, als Indikator für äolische Zufuhr terrigenen Materials, untersucht. Die stratigraphische Einordnung der Proben (Abb. 61) basiert auf der Korrelation von Opaldaten identischer Proben (Dunbar et al., 1992) mit einer globalen Sauerstoffisotopenkurve von Martinson (1987) nach Stax (1993) sowie den in Kapitel 3 beschriebenen stratigraphischen Grundlagen.

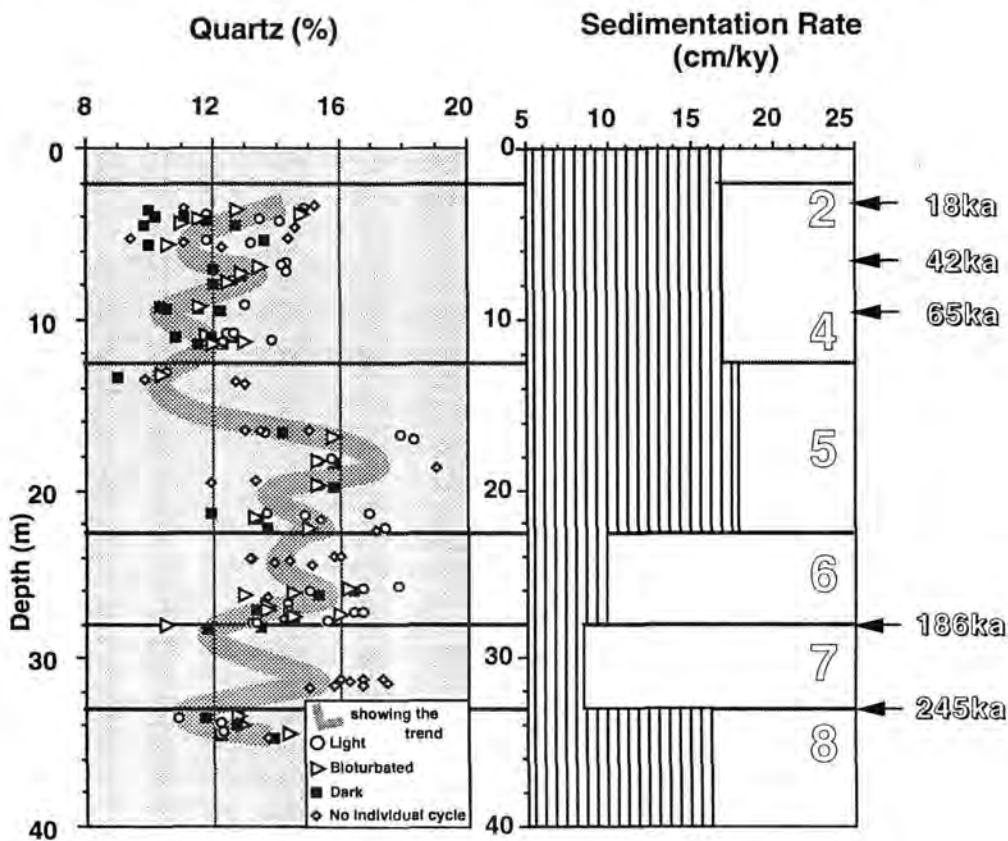


Abb. 61: Quarzgehalte und Sedimentationsraten der Hell/Dunkel-Zyklen von Bohrung 798 (Oki-Rücken) (Stratigraphische Einordnung nach Dunbar et al., 1992 und Stax, 1993; s. Text; ka = +1000 Jahre vor heute).

Die Quarzgehalte zeigen zwar über den gesamten untersuchten Kernbereich allgemein höhere Werte in den hellen Zyklusabschnitten im Vergleich zu den dunklen Bereichen (Abb. 61), allerdings ist für einzelne Zyklen in der Regel keine Gesetzmäßigkeit in diesem Sinne definierbar. Nur im obersten Abschnitt, der wahrscheinlich in das Glazialstadium 2 zu stellen ist (Abb. 61), sind in den einzelnen

Zyklen jeweils deutliche Unterschiede durch höhere Quarzgehalte im hellen und niedrigere Quarzanteile im dunklen Abschnitt eines Zyklus repräsentiert (Abb. 61). Die stärker ausgeprägten Unterschiede im Stadium 2 könnten auf eine Verdünnung des Terrigenanteils durch die Anreicherung organischen Materials zurückgehen. Eine zweite Erklärung kann eine unterschiedlich starke Zufuhr terrigenen Materials in den hellen bzw. dunklen Abschnitten der Zyklen sein, die eine relative Anreicherung von organischem Material in den dunklen Partien eines Zyklus zur Folge hätte (vgl. Stax, 1993). Ähnlich ausgeprägte Unterschiede in einzelnen Zyklen treten, außer in Stadium 2, nur noch im liegenden Abschnitt von Stadium 5 auf (Abb. 61).

Die Verteilung der Quarzgehalte deutet demnach darauf hin, daß die Veränderungen in der Quarzzufuhr innerhalb der einzelnen Zyklen nicht primär klimagesteuert sind. Die Hell/Dunkel-Zyklen sind wahrscheinlich jeweils Glazialzeiten, Interglazialzeiten oder der Übergangsphase zwischen beiden zuzuordnen. Dies bedeutet, daß sie der überlagernden Klimakurve (Kap. 8.2.2.) aufgesetzt sind und wahrscheinlich ursächlich auf mehr lokale, hydrographische Veränderungen in der Japan See zurückgehen. Eine höhere Schwankungsbreite der Quarzanteile bzw. des Gehaltes an organischem Material, besonders in den kalten Glazialphasen, äußert sich in einer deutlicheren lithologischen Gliederung der Einzelzyklen (vgl. Stax, 1993).

Ein Beispiel für einen typischen Hell/Dunkel-Zyklus aus einem Interglazialstadium zeigt die Zusammenstellung unterschiedlicher Sedimentparameter in Abbildung 62. Die terrigene Sedimentzusammensetzung weist hier keinerlei signifikante Unterschiede auf, die Gehalte an organischem Material unterscheiden sich dagegen deutlich zwischen dunklen und hellen Partien des Zyklus (Stax, 1993). Die insgesamt niedrigen Terrigengehalte (Abb. 62) und besonders die Korngrößenverteilung in Verbindung mit einer Dominanz von Chlorit über Kaolinit in der Tonfraktion (Korngrößentyp (II) = schlechte Sortierung, negative Schiefe; vgl. Kap. 7) sind deutliche Hinweise auf mehr warm/humide Klimabedingungen im Liefergebiet und ein relativ hohes Meeresspiegelniveau und verminderten äolischen Staubeintrag in der Japan See.

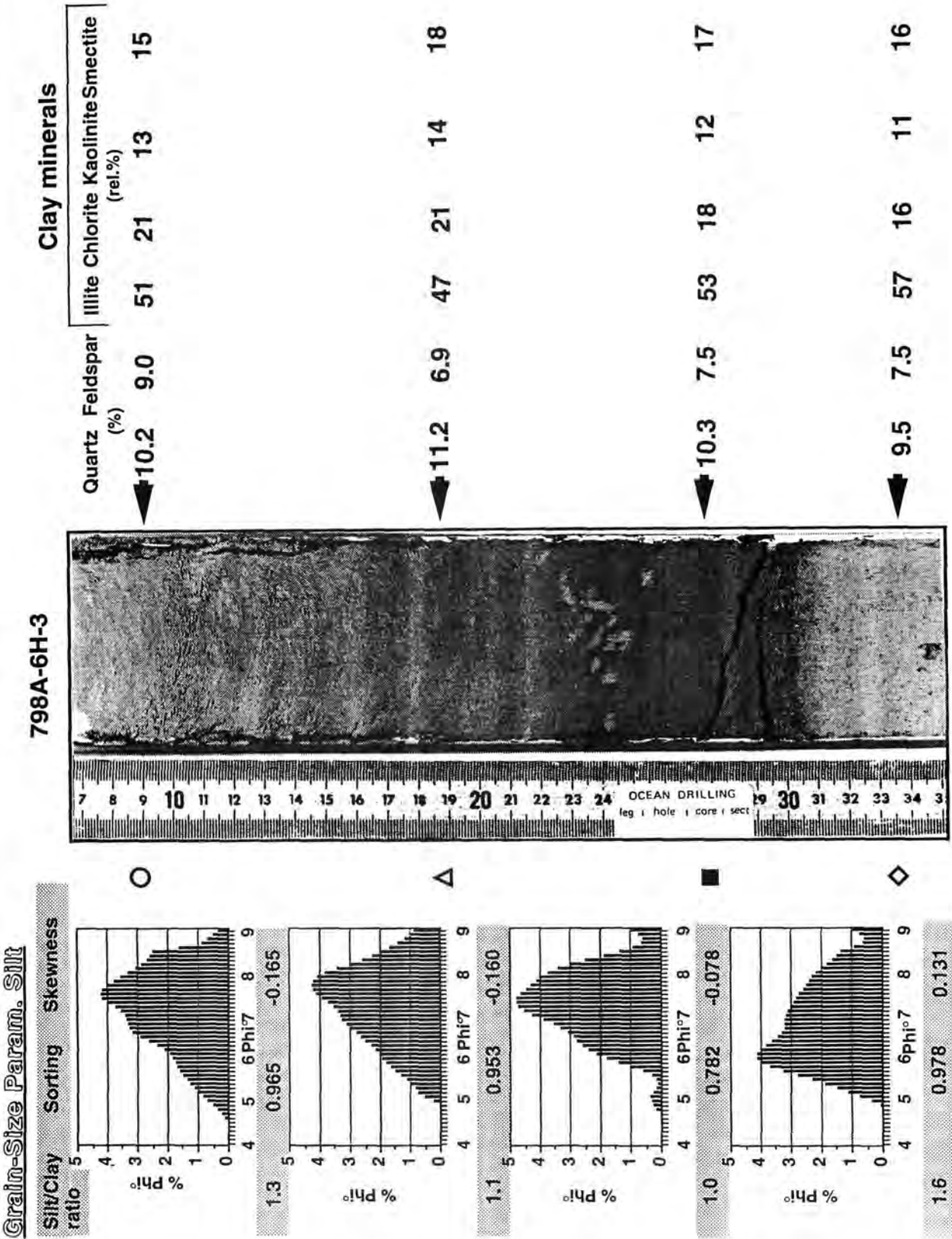


Abb. 62: Beispiel eines interglazialen Hell/Dunkel-Zyklus (Symbole entsprechend Abb. 15).

Der klimatische Hintergrund der Genese der Hell/Dunkel-Zyklen wird erst in der längerfristigen Entwicklung der Quarzgehalte über den gesamten untersuchten Kernabschnitt deutlich. Insgesamt stimmen die Quarzgehalte der Proben sowohl mit der Variationsbreite der beschriebenen Klimazyklen (B) (Kap. 8.2.2.) als auch mit derjenigen der Routineproben (A) überein (Abb. 63). Die Schwankungsbreite der Hell/Dunkel-Zyklen (C) spiegelt demnach ebenso den quantitativen Rahmen für die Quarzzufuhr während unterschiedlicher Klimasituationen wider (vgl. Abb. 61).

798

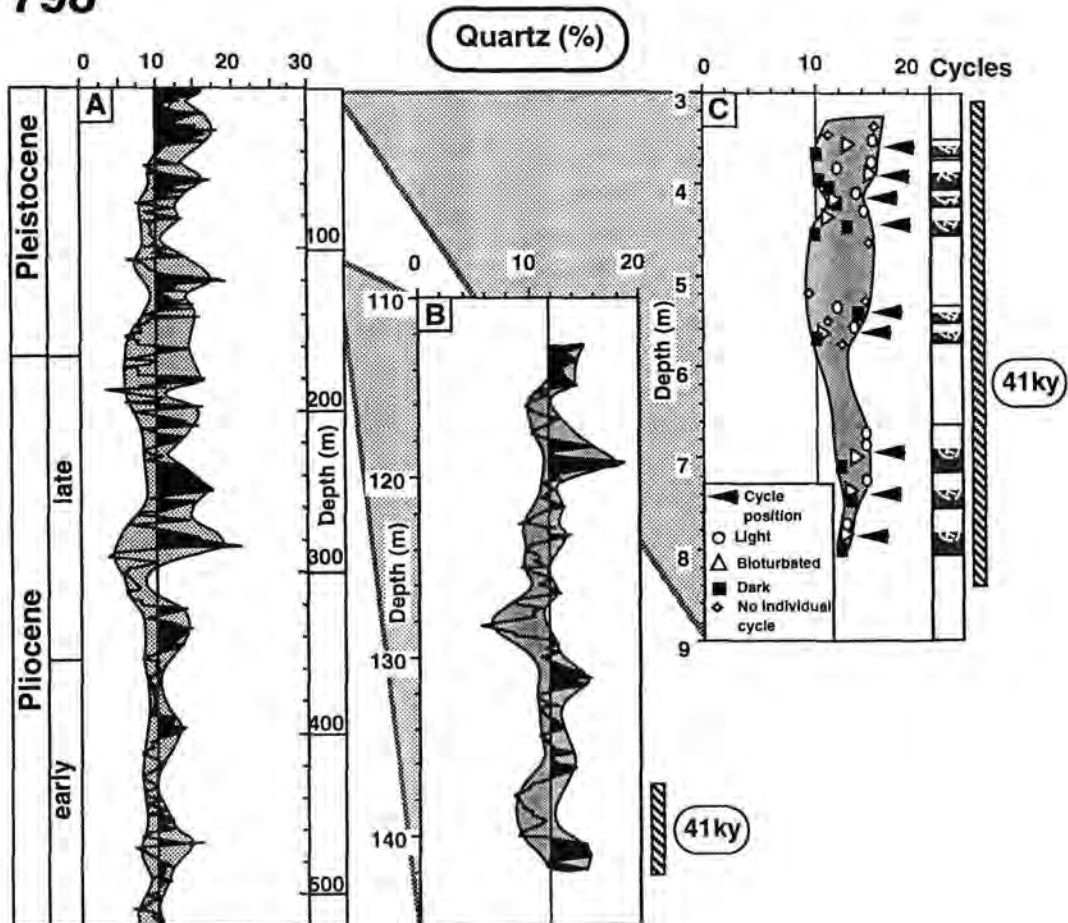


Abb. 63: Quarzgehalte der drei unterschiedlichen Probensätze (schattierter Bereich = Schwankungsbreite der Werte; A = Routineproben; B = Klimazyklen; C = Abschnitt aus den untersuchten Hell/Dunkel-Zyklen).

9. Tektonische und vulkanische Aktivität in der Umgebung der Japan See und ihre Auswirkungen auf die Sedimentzusammensetzung

Tektonische Aktivität im Untersuchungsgebiet kann ein weiterer einflußnehmender Faktor im Zusammenspiel zwischen der Vereisungsgeschichte der Nordhemisphäre, atmosphärischer Zirkulation und der Verschiebung von Klimazonen auf dem asiatischen Kontinent sein. Wie bereits erwähnt, bewirkt eine Verstärkung der atmosphärischen Zirkulation als Folge eines stärkeren meridionalen Druck- und Temperaturgefälles allein nicht unbedingt eine Erhöhung der atmosphärischen Staubzufuhr. Auch das entsprechende Materialangebot im Liefergebiet muß durch Veränderungen in der Vegetationsdichte, in Erosions- und Abtragungsraten gegeben sein.

Starke tektonische Reliefbildung im Hinterland (Himalaya) führt allgemein zu einer Erhöhung des erodier- und transportierbaren Sedimentpotentials. Dies kann, besonders unter ariden Klimabedingungen an Land mit vorwiegend physikalischer Verwitterung, quantitativ von Bedeutung sein. Die strukturelle Entwicklung des japanischen Inselbogensystems wie auch die tektonische Hebungsgeschichte auf dem asiatischen Kontinent (Himalaya) lassen eine Einflußnahme auf die terrigene Sedimentzufuhr in die Japan See vermuten. Das Himalaya-Massiv hat sich in den letzten 5 Millionen Jahren insgesamt um 3500 m gehoben, der größte Anteil entfällt dabei mit 2900 m auf die letzten 2,5 Millionen Jahre (Raymo et al., 1988).

Die vulkanische Aktivität in der Umgebung der Japan See ist mit den zahlreichen Aschelagen auf dem Oki-Rücken und im Kita-Yamato-Trog dokumentiert (Poucelet & Scott, 1992). Ein weiterer Hinweis auf den Eintrag vulkanischen Materials ist das in der Tonfraktion der untersuchten Sedimente auftretende Mineral Augit (Abb. 64). Aufgrund des insgesamt geringen Augitgehaltes ist das Augit/Standard (MoS_2)-Verhältnis von Bohrung 798 (Oki-Rücken) als Maß für quantitative Veränderungen im Augitgehalt aufgetragen. Daneben ist die Anzahl der registrierten Aschelagen (Poucelet et al., 1992) vom Oki-Rücken (Bohrung 798) und aus dem Kita-Yamato-Trog (Bohrung 799) aufgeführt. Die stärkste vulkanische Aktivität ist an beiden Positionen im Zeitraum zwischen 1,4 und 0,5 Ma dokumentiert. Im Kita-Yamato-Trog ist ein weiterer, deutlicher vulkanischer Impuls von 0,3 bis 0,2 Ma zu verzeichnen (Poucelet et al., 1992). Der Hauptanteil des vulkanoklastischen Materials entstammt den größeren Vulkanen des japanischen Inselbogens und besteht vorwiegend aus Gläsern und Bimspartikeln. In den untersuchten Sedimenten konnten in der Sandfraktion einige wenige Bimspartikel (3 in Bohrung 799) und in den Schmierpräparaten der Siltfraktion, feinverteilt, vulkanische Glaspartikel nachgewiesen werden (vgl. Kap. 6.1.1.1.). Der Anteil kristalliner Phasen in den Aschelagen liegt meist zwischen 2 und 10 %, in den mineralreichen Aschen bis maximal 30 % (Poucelet et al., 1992) und besteht hauptsächlich aus Quarz, Alkalifeldspäten, Plagioklas, Biotit, Amphibol und Pyroxen. Der Mineralgehalt der Aschen ist somit recht

gering. Darüberhinaus waren die entsprechenden Kernabschnitte von der Beprobung ausgeschlossen, so daß die Summe der auf vulkanischen Eintrag zurückzuführenden Minerale in der Sedimentbilanz des Terrigenanteils quantitativ keine Rolle spielen kann. Ein Einfluß auf die paläoklimatische Interpretation und besonders auch auf die in beiden Sedimentkernen dokumentierten klimatischen Hauptumschwünge ist daher auszuschließen.

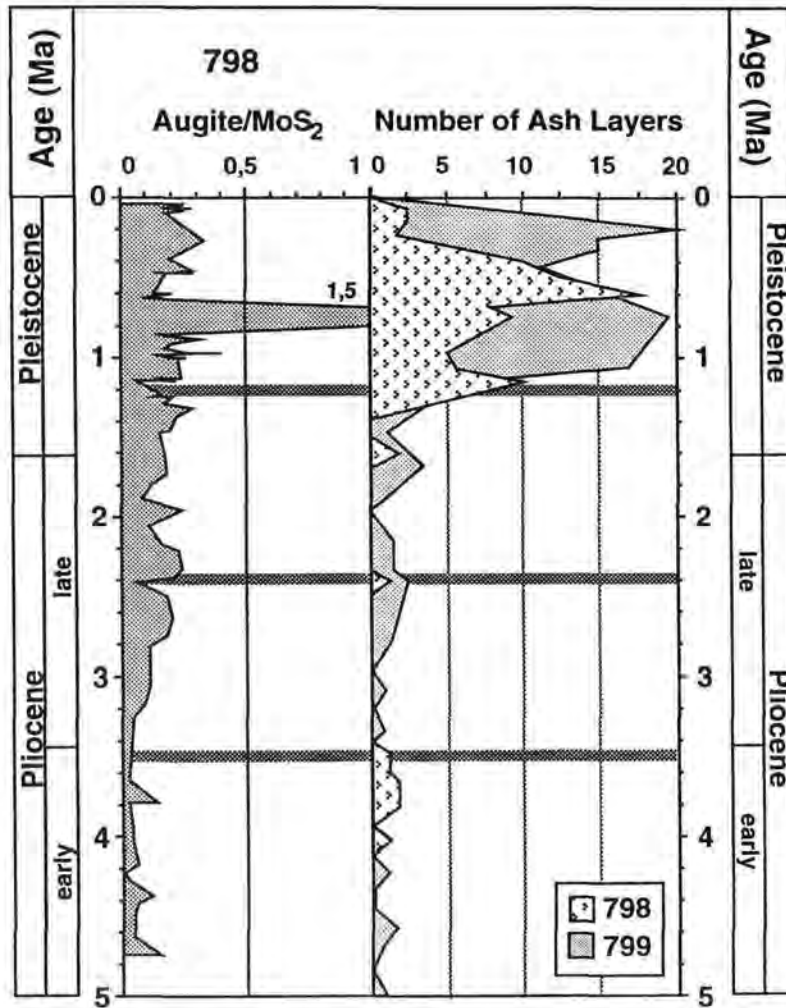


Abb. 64: Augitgehalt in der Tonfraktion von Bohrung 798 (Oki-Rücken) und Anzahl der registrierten Aschelagen in Bohrung 798 und Bohrung 799 (Kita-Yamato-Trog) (nach Poucelet et al., 1992).

10. Schlußfolgerungen

Untersuchungen des terrigenen Sedimentanteils mariner Ablagerungen der Japan See ermöglichen die Identifizierung unterschiedlicher Transportprozesse und die Rekonstruktion der Klimageschichte Ostasiens für die letzten 5 Millionen Jahre.

- Hauptmineralkomponenten und Korngrößenverteilung auf der isolierten Position des Oki-Rückens lassen aufgrund der vorherrschenden Windrichtungen auf das asiatische Festland als Liefergebiet und äolischen Staubtransport als dominanten Transportprozeß für die Sedimentation terrigenen Materials in der Japan See schließen. Die Korngrößenverteilung der Sedimente und ihre Tonmineralparagenese erlauben eine deutliche Abgrenzung zwischen unterschiedlichen Transportmechanismen und unterschiedlicher Herkunft des Materials. Neben dem dominanten Einfluß äolischen Staubtransportes aus Asien sind eine fluviatile Sedimentzufuhr und/oder eine Zufuhr durch ozeanischen Strömungen abgrenzbar. Die unterschiedlichen Sedimenttypen sind durch gut sortierte, relativ grobe Siltkorngrößen mit höheren Kaolinitgehalten (äolische Zufuhr) und schlecht sortierte, feinere Siltkorngrößen mit niedrigerem Kaolinitanteil (Sedimentation aus Suspensionsfracht) gekennzeichnet.

- Ein lateraler Vergleich von Korngrößen und absoluten Zufuhrmengen äolisch transportierten, terrigenen Materials weist auf den genetischen Ursprung des Terrigenanteils der Sedimente in der Japan See hin. Die Hauptliefergebiete sind wahrscheinlich die ausgedehnten Lößablagerungen Chinas und die Wüstengebiete in Nordwestchina und der Mongolei. Winter- und Frühjahrsstürme über Asien sind dabei besonders potente Transportmedien für verstärkte Staubaufnahme in die Atmosphäre, dessen Transport in den Sedimentationsraum Japan See und darüber hinaus.

- Die langfristige Klimaentwicklung im Ablagerungsraum Japan See während der letzten 5 Millionen Jahre ist durch den Übergang von einer präglazialen zu einer glazialen Umwelt geprägt. Dieser Wechsel kulminiert in einem drastischen Anstieg der terrigenen Sedimentzufuhr vor 2,4 Millionen Jahren, zeitgleich mit dem Beginn der mächtigen Lößablagerungen in China. Diese markanten Änderungen der Ablagerungsbedingungen werden mit einem Umschwung zu mehr kalt/ariden Klimabedingungen als Folge der Nordhemisphärenvereisung erklärt. In der Japan See ist seither ein zyklischer Wechsel zwischen erhöhter und verringerter Terrigenzufuhr typisch, der mit Änderungen in der atmosphärischen Zirkulation, Vegetationsbedeckung und Verwitterungsbedingungen im Glazial-/Interglazialwechsel einhergeht. Ein deutlich niedrigeres Quarz/Feldspat-Verhältnis seit 1,2 Millionen Jahren weist auf einen stärkeren Einfluß physikalischer Verwitterungsbedingungen und demzufolge auf eine weitere, drastische Abkühlung

bzw. Ausbildung ariderer Klimaverhältnisse zu diesem Zeitpunkt hin. Ein Hinweis auf extremere Meeresspiegelschwankungen und eine zeitweilige Isolation der Japan See ist der periodische Wechsel in der Dominanz von äolischer Sedimentzufuhr aus Asien mit dem mehr lokalen Einfluß einer Terrigenzufuhr, die auf eine Ablagerung von Feinmaterial aus der Suspensionfracht in der Wassersäule zurückgeführt wird. Das Signal der Suspensionsfracht ist während glazialer Klimabedingungen durch den quantitativ starken Einfluß äolischer Sedimentzufuhr überdeckt oder durch die (teilweise) Isolation der Japan See von angrenzenden Ozeanbereichen während glazialer Meeresspiegelniedrigstände stark eingeschränkt.

- Die jüngeren plio-/pleistozänen Sedimente zeigen zyklische Glazial/Interglazial-Wechsel mit verstärkter Terrigenzufuhr während Glazialzeiten und verringertem Terrigeneintrag während interglazialer Phasen. Diese periodischen Sedimentationsänderungen korrelieren mit dem Erdschiefe-Zyklus (41.000 ky), weisen also auf einen externen Einfluß auf die Ausbildung der extremen Klimasituationen hin. Eine erhöhte Terrigenzufuhr während Glazialzeiten ist dabei auf verstärkten Staubtransport durch eine Intensivierung der atmosphärischen Zirkulation zurückzuführen. Spärliche Vegetationsbedeckung, verstärkte physikalische Verwitterung und Erosion unter glazialzeitlichen kalt/ariden Klimabedingungen bilden die Voraussetzung für eine hohe Staubaufnahme in die Atmosphäre. Umgekehrt hat eine reduzierte atmosphärische Zirkulation und eine dichtere Vegetationsdecke unter mehr warm/humiden Klimabedingungen während Interglazialzeiten eine insgesamt verringerte (äolische) Terrigenzufuhr zur Folge. Die Zufuhrmenge kann sich dabei zwischen den extremen Glazial/Interglazial-Situationen um den Faktor 2 unterscheiden.
- Im Spätquartär sind ausgeprägte lithologische Sedimentationswechsel in der Japan See typisch. Eine Untersuchung dieser Hell/Dunkel-Zyklen läßt erkennen, daß deren Genese wahrscheinlich auf lokale Ursachen zurückgeht und nicht primär klimagesteuert ist. Die lithologischen Wechsel überlagern mit einer Dauer von 1000 bis 10.000 Jahren die eigentliche Klimakurve. Innerhalb eines Zyklus zeigen die terrigenen Sedimentparameter daher meist eine einheitliche Zusammensetzung und sind demnach in Glazial- oder Interglazialzeiten zu stellen.
- Das Sedimentationsgeschehen in der Japan See wird auch durch vulkanische Aktivität in der Umgebung des Ablagerungsraumes beeinflusst. Vulkanische Aktivität in Verbindung mit der Inselbogenentwicklung ist in Form von feinverteiltem Augit in der Tonfraktion der untersuchten Sedimente dokumentiert. Der mineralische Anteil des vulkanischen Eintrages ist jedoch für eine quantitative Beeinflussung des terrigenen Mineralbestandes der Sedimente zu gering.

11. Literaturverzeichnis

- Alexandrovich, J. M. , 1992: Radiolarians from Sites 794, 795, 796, and 797 (Japan Sea). *in*: Pisciotto, K. A., Ingle, J. C., Jr., Breyman, M. T. v. & Barron, J. (Eds.), Proc. ODP, Sci. Results. **127/128** (Part 1): College Station, TX (Ocean Drilling Program), p. 291-309.
- Aoki, S. & Kohyama, N., 1992: Modern sedimentation in the Japan trench: implications of the mineralogy and chemistry of clays sampled from sediment traps. *Mar. Geol.*, **108** : p. 197-208.
- Aoki, S., Oinuma, K. & Matsuike, K., 1983: Clay mineral composition in surface sediments and the concentration of suspended matter of the East China sea. *In*: Acta Oceanologica Sinica: *Sedimentation and Sedimentation Rate of the Continental Shelf - with Special Reference to the East China sea*. Beijing (China Ocean Press), p. 473-482.
- Aoki, S., Oinuma, K. & Sudo, T., 1974: The distribution of clay minerals in the recent sediments of the Japan Sea. *Deep Sea Research*, **21** : p. 299-310.
- Biscaye, P. E., 1964: Distinction between kaolinite and chlorite in recent sediments by x-ray diffraction. *The American Mineralogist*, **49** : p. 1281-1289.
- Biscaye, P. E., 1965: Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clays in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **76** : p. 803-832.
- Blank, M. & Leinen, M., 1985: Major Asian aeolian inputs indicated by the mineralogy of aerosols and sediments in the western North Pacific. *Nature*, **134** : p. 84-86.
- Brindley, G. W. & Brown, G., 1980: *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-Ray Identification*. London (Spottiswoode Ballantyne Ltd.). 495 p.
- Burckle, L. , 1992: Diatom Biostratigraphy: Leg 128. *in*: Pisciotto, K. A., Ingle, J. C., Jr., von Breyman, M. T. & Barron, J. (Eds.), Proc. ODP, Sci. Results. **127/128** (Part 1): College Station, TX (Ocean Drilling Program), p. 359 - 363.
- Chamley, H., 1989: *Clay Sedimentology*. Berlin (Springer Verlag). 620 p.
- Chamley, H., 1990: *Sedimentology*. Stuttgart (Springer Verlag). 285 p.
- Chen, P. Y., 1978: Minerals in bottom sediments of the South China Sea. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **89** : p. 1211-1222.
- Choi, J. H., 1981: Recent clay minerals in the Kunsan estuary and the adjacent continental shelf. *Dissertation*, University of Seoul.

- Chough, S. K. & Kim, D. C., 1981: Dispersal of fine-grained sediments in the southeastern Yellow Sea: a steady-state model. *Journal of Sedimentary Petrology*, **51** : p. 721-728.
- Chuogh, S. K., 1985: Further evidence of fine-grained sediment dispersal in the southeastern Yellow Sea. *Sedimentary Geology*, **41** : p. 159-172.
- Dauphin, J. P., 1983: Eolian quartz granulometry as a paleowind indicator in the Northeast Equatorial Atlantic, North Pacific and Southeast Equatorial Pacific. *Dissertation*, University of Rhode Island.
- DeBoer, P. L., 1991: Pelagic Black Shale-Carbonate Rhythms: Orbital Forcing and Oceanographic response. In: Einsele, G., Ricken, W. & Seilacher, A. (Eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*. Heidelberg (Springer Verlag), p. 63-78.
- DeMenocal, P. B., Bristow, J. F. & Stein, R. , 1992: Paleoclimatic applications of downhole logs: Pliocene-Pleistocene results from Hole 798B, Sea of Japan. in: Pisciotta, K. A., Ingle, J. C., Jr., von Breyman, M. T. & Barron, J. (Eds.), Proc. ODP, Sci. Results. **127/128** (Part 1): College Station, TX (Ocean Drilling Program), p. 393-408.
- Dersch, M. & Stein, R., 1991: Paläoklima und paläoozeanische Verhältnisse im SW-Pazifik während der letzten 6 Millionen Jahre. *Geologische Rundschau*, **80** (3): p. 535-556.
- Ding, Z., Rutter, N., Han, J. & Liu, T., 1992: A coupled environmental system formed at about 2.5 Ma in East Asia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **94** : 223 - 242.
- Dunbar, R. B., DeMenocal, P. B. & Burckle, L. , 1992: Late Pliocene-Quaternary biosiliceous sedimentation at Site 798, Japan Sea. in: Pisciotta, K. A., Ingle, J. C., Jr., von Breyman, M. T. & Barron, J. (Eds.), Proc. ODP, Sci. Results. **127/128** (Part 1): College Station, TX (Ocean Drilling Program), 439-455.
- Eisma, D. & van der Gaast, S. J., 1971: Determination of opal in marine sediments by x-ray diffraction. *Netherlands Journal of sea research*, **5** : p. 382-389.
- Elverhøi, A. & Rønningsland, T. M., 1978: Semiquantitative calculation of the relative amounts of kaolinite and chlorite by X-ray diffraction. *Mar. Geol.*, **27** : p. M19-M23.
- Fairbridge, R. W. & Bourgeois, 1978: *The Encyclopedia of Sedimentology*. Stroudsburg, Pensylv. (Darden, Hutchinson & Ross Inc.).
- Fischer, A. G., 1991: Orbital Cyclicity in Mesozoic Strata. In: Einsele, G., Ricken, W. & Seilacher, A. (Eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*. Heidelberg (Springer Verlag), p. 48-62.

- Foellmi, K. B., Cramp, A., Foellmi, K. E., Alexandrovich, J. M., Brunner, C., Burckle, L. H., Casey, M., DeMenocal, P. B., Dunbar, R. B., Grimm, K. A., Holler, P., Ingle, J. C., Kheradvar, T., McEvoy, J., Nobes, D. C., Stein, R., Tada, R., Von Breyman, M. T. & White, L. D., 1992: Dark-light rhythms in the sediments of the Japan Sea: preliminary results from Site 798, with some additional results from Sites 797 and 799. *in*: Pisciotta, K. A., Ingle, J. C., Jr., von Breyman, M. T. & Barron, J. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results. 127/128* (Part 1): College Station, TX (Ocean Drilling Program), p. 547-558.
- Folk, R. L. & Ward, W. C., 1957: Brazos River bar, a study in the significance of grain-size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, **27** : p. 3-27.
- Gingele, F., 1992: Zur klimaabhängigen Bildung biogener und terrigener Sedimente und ihrer Veränderung durch die Frühdiagenese im zentralen und östlichen Südatlantik. *Berichte, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen*, **26**: 202 S., 53 Abb., 12 Tab., 13 Taf.
- Griffin, J. J., Windom, H. & Goldberg, E. D., 1968: The distribution of clay minerals in the World Ocean. *Deep-Sea Research*, **15** : p. 433-459.
- Grötsch, J., Wu, G. & Berger, W. H., 1991: Carbonate Cycles in the Pacific: Reconstruction of Saturation Fluctuations. *In*: Einsele, G., Ricken, W. & Seilacher, A. (Eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*. Heidelberg (Springer Verlag), p. 110-125.
- Hamano, Y., Krumsiek, K. A. O., Vigliotti, K. L. & Wipperfurth, J. J. M., 1992: Plio-Pleistocene magnetostratigraphy of sediment cores from the Japan Sea. *in*: Tamaki, K., Suyehiro, K., Allan, J., McWilliams, M., et al., (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results. 127/128* (Part 2): College Station, Tx (Ocean Drilling Program), p. 969-984.
- Haq, B. U., 1981: Paleogene paleoceanography: early Cenozoic oceans revisited. *Oceanol. Acta*, special issue, p. 71-82.
- Hays, J. D., Imbrie, J. & Shackleton, N. J., 1976: Variations in the Earth's orbit - pacemaker of the ice ages. *Science*, **194** : p. 1121-1132.
- He, L. B., 1985: Clay minerals in the surface sediments of the Bohai Sea. *Acta Oceanologica Sinica*, **4** : p. 92-98.
- Heinrichs, H. & Herrmann, A. G., 1990: *Praktikum der Analytischen Geochemie*. Heidelberg (Springer Verlag). 669 p.
- Hemleben, C. & Swinburne, N. H. M., 1991: Cyclical Deposition of the Plattenkalk Facies. *In*: Einsele, G., Ricken, W. & Seilacher, A. (Eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*. Heidelberg (Springer Verlag), p. 572-591.

- Henrich, R., 1991: Cycles, Rhythms, and Events. *In*: Einsele, G., Ricken, W. & Seilacher, A. (Eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*. Heidelberg (Springer Verlag), p. 751-772.
- Heusser, L. E. , 1992: Preliminary results of high-resolution pollen analyses of selected pleistocene intervals from Holes 798A, 798B, and 798C. *in*: Pisciotto, K. A., Ingle, J. C., Jr., von Breyman, M. T. & Barron, J. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results. 127/128* (Part 1): College Station, TX (Ocean Drilling Program), p. 317-324.
- Hovan, S., Rea, D., Pisias, N. G. & Shackleton, N. J., 1989: A direct link between the China loess and marine $\delta^{18}\text{O}$ records: eolian flux to the North Pacific. *Nature*, **340** : p. 296-298.
- Hovan, S. A. & Rea, D. K., & Pisias, N. G., 1991: Late Pleistocene continental climate and oceanic variability recorded in Northwest Pacific sediments. *Paleoceanography*, **6** (3): p. 349-370.
- Imbrie, J., Hays, J. D., Martinson, D. G., McIntyre, A., Mix, A. C., Morley, J. J., Pisias, N. G., Prell, W. L. & Shackleton, N. J., 1984: The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}\text{O}$ record. *In*: Berger, A. L. (Eds.), *Milankowitch and Climate, Part 1*. p. 307-330.
- Ingle, J. C. Jr., 1992: Subsidence of the Japan Sea: Stratigraphic evidence from ODP Sites and onshore sections. *In*: Tamaki, K., Suyehiro, K., Allan, J., McWilliams, M., et al., (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results, 127/128*. (Part 2): College Station, Texas (Ocean Drilling Program), p. 1197 - 1218.
- Ingle, J. C. Jr., Suyehiro, K. & von Breyman, M. T. et al., 1990: *Proc. ODP, Init. Repts.* College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Janecek, T. R. , 1985: Eolian sedimentation in the Northwest Pacific Ocean: A preliminary examination of the data from Deep Sea Drilling Project Sites 576 and 578. *in*: Heath, G. R., Burckle, L. H. & al., e. (Eds.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. 86*: Washington D.C. (U. S. Government Printing Office), p. 589-603.
- Janecek, T. R. & Rea, D. K., 1983: Eolian deposition in the northeast Pacific Ocean: Cenozoic history of atmospheric circulation. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **94** : p. 730-738.
- Jansen, E., Bleil, U., Henrich, R., Kringstad, L. & Slettemark, B., 1988: Paleoenvironmental changes in the Norwegian Sea and the Northeast Atlantic during the last 2.8 m.y.: Deep Sea Drilling Project/Ocean Drilling Program Sites 610, 642, 643 and 644. *Paleoceanography*, **3** (5): p. 563-581.

- Jolivet, L. & Tamaki, K., 1992: Neogene kinematics in the Japan Sea region and volcanic activity of the northeast Japan Arc. *In: Tamaki, K., Suyehiro, K., Allan, J., McWilliams, M., et al., (Eds.), Proc. ODP, Sci. Results, 127/128. (Part 2): College Station, Texas (Ocean Drilling Program), p. 1311 - 1331.*
- Keigwin, L. D. & Gorbarenko, S. A., 1992: Sea level, surface salinity of the Japan Sea, and the Younger Dryas Event in the Northwestern Pacific Ocean. *Quaternary Res.*, **37** : p. 346-360.
- Keigwin, L. D., Jones, G. A. & Froelich, P. N., 1992: A 15,000 year paleoenvironmental record from Meiji Seamount, far northwestern Pacific. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **111** : p. 425-440.
- Kim, S. W., Lee, Y. O., Kong, Y. S., Park, Y. S., Lee, C. W. & Min, G. H., 1988: Marine geological study on the continental shelf off southern Korea. *Korea Institute of Energy Resources Reports, KR-87-26* : p. 1-64.
- Klug, H. P. & Alexander, L. E., 1974: *X-Ray Diffraction Procedures*. New York (John Wiley and Sons). 966 p.
- Kukla, G., 1987: Loess stratigraphy in central China. *Quat. Sci. Rev.*, **6** : p. 181-219.
- Kukla, G., 1989: Long continental records of climate - an introduction. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **72** : p. 1-9.
- Kukla, G. & An, Z., 1989: Loess stratigraphy in central China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **72** : p. 203-225.
- Kunping, L., Tianhua, Z. & Zongyong, C., 1983: A preliminary analysis of the variation of monthly mean sea level of the seas near China and its causes. *Acta Oceanologica Sinica*, **2** : p. 1-11.
- Lange, H., 1982: Distribution of chlorite and kaolinite in eastern Atlantic sediments off North Africa. *Sedimentology*, **29** : p. 427-432.
- Lauterjung, J. & Emmermann, R., 1990: Röntgenuntersuchungen an Bohrklein. *Die Geowissenschaften*, **9** : p. 265-270.
- Lee, H. J. & Chuogh, S. K., 1989: Sediment distribution, dispersal and budget in the Yellow Sea. *Marine Geology*, **87** : p. 195-205.
- Lee, H. J., Jeong, K. S., Han, S. J. & Bahk, K. S., 1988: Heavy minerals indicative of Holocene transgression in the southeastern Yellow Sea. *Continental Shelf Research*, **8** : p. 255-266.
- Leinen, M., 1986: Quartz content of northwest Pacific hole 576A and implications for Cenozoic eolian transport. *In: Heath, G. R. & Burckle, L. H. (Eds.), Init. Repts. DSDP. Washington (Govt. Printing Office), p. 581-579.*

- Leinen, M. & Heath, R., 1981: Sedimentary indicators of atmospheric activity in the Northern Hemisphere during the Cenozoic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **36** : p. 1 - 21.
- Leinen, M. & Sarnthein, M., 1989: *Paleoclimatology and Paleometeorology: Modern and Past Patterns of Global Atmospheric Transport*. Dordrecht (Kluwer Academic Publishers Group). 909 p.
- Liljequist, G. H. & Cihak, K., 1984: *Allgemeine Meteorologie*. Braunschweig (Friedr. Vieweg & Sohn). 396 p.
- Liu, T., 1988: *Loess in China*. Heidelberg (Springer Verlag). 224 p.
- Machida, H. & Ari, F., 1983: Extensive ash falls in and around of the Sea of Japan from large Quaternary eruptions. *Journ. Volcanol. Geotherm. Res.*, **18** : p. 151-164.
- Marabini, F., Veggiani, A., Qing, Y. & Cang, S., 1992: The climatic changes and the coastal environment. *Marine and Quaternary Geology*, **12** (1): p. 30-39.
- Martinson, D. G., Pisias, N. G., Hays, J. D., Imbrie, J., Moore, T. C. & Shackleton, N. J., 1987: Age dating and orbital theory of the ice ages: development of a high resolution 0 to 300,000-year chronostratigraphy. *Quat. Res.*, **27** : p. 1-29.
- Matoba, Y., 1984: Paleoenvironment of the Sea of Japan. *Benthos '83, (Pau, Elf Aquitaine)*, : p. 409-414.
- Matsumoto, R., 1992: Diagenetic dolomite, calcite, rhodochrosite, magnesite, and lansfordite from Site 799, Japan Sea - implications for depositional environments and the diagenesis of organic-rich sediments. in: Pisciotto, K. A., Ingle, J. C., Jr., von Breyman, M. T. & Barron, J. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results. 127/128* (Part 1): College Station, TX (Ocean Drilling Program), p. 75-98.
- Mienert, J., Stein, R., Schultheiss, P. & Shipboard Scientific Party, 1987: Relationship between grain density and biogenic opal in sediments from Sites 658 and 660. In: Ruddiman, W., Sarnthein, M. & Baldauf, J. (Eds.), *Proc. Init. Repts. ODP. 108*: p. 1047-1053.
- Milankovitch, M., 1941: *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitproblem*. (Akad. R. Serbe.). 633 p.
- Miller, K. G., Fairbanks, R. G. & Mountain, G. S., 1987: Tertiary oxygen isotope syntheses, sea level history, and continental margin erosion. *Paleoceanography*, **2** : p. 1-19.

- Milliman, J. D., Beardsley, R. C., Zuo-Sheng, Y. & Limeburner, R., 1985: Modern Huanghe-derived muds on the outer shelf of the East China Sea: identification and potential transport mechanisms. *Continental Shelf Research*, **4** : p. 175-188.
- Milliman, J. D. & Meade, R. H., 1983: World-wide delivery of river sediment to the oceans. *Journal of Geology*, **91** : p. 1-21.
- Müller, G., 1967: Methods in Sedimentary Petrology. In: von Engelhard, W., Füchtbauer, H. & Müller, G. (Eds.), *Sedimentary Petrology*. **1**: Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung), 283 p.
- Müller, P. J. & Schneider, R., 1993: An automated leaching method for determination of opal in sediments and particulate matter. *Deep-Sea Research*, **40** (3): p. 425-444.
- Oba, T., Kato, M., Kitazato, H., Koizumi, I., Omura, A., Sakai, T. & Takayama, T., 1991: Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85000 years. *Paleoceanography*, **6** : p. 499-518.
- Park, P. K. & Han, S. J., 1985: The distribution of clay minerals in recent sediments of the Korea Strait. *Sedimentary Geology*, **41** : p. 173-184.
- Park, Y. A. & Khim, B. K., 1992: Origin and dispersal of recent clay minerals in the Yellow Sea. *Marine Geology*, **104** : p. 205-213.
- Pisias, N. G. & Leinen, M., 1984: Milankovitch forcing of the oceanic system: evidence from the Northwest Pacific. In: Berger, A. L., Imbrie, J., Hays, G., Kukla, G. & Saltzman, B. (Eds.), *Milankovitch and Climate (Pt. 1)*. Dordrecht (D. Reidel), p. 307-330.
- Porter, S. C., An, Z. & Zheng, H., 1992: Cyclic quaternary alluviation and terracing in a nonglaciaded drainage basin in the north flank of the Quinling Shan, Central China. *Quaternary Research*, **38** : p. 157-169.
- Poucelet, A. & Scott, S. D., 1992: Volcanic ash layers in the Japan Sea: Tephrochronology of Sites 798 and 799. In: Tamaki, K., Suyehiro, K., Allan, J., McWilliams, M., et al., (Eds.), Proc. ODP, Sci. Results, **127/128**. (Part 2): College Station, Texas (Ocean Drilling Program), p. 791 - 805.
- Pudsey, C. J., 1984: X-ray mineralogy of Miocene and older sediments, Drilling Project Leg 78A1. In: Biju-Duval, B. & Moore, J. C. (Eds.), *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*. LXXVIII: Washington (U.S. Govt. Printing Office), p. 325-342.
- Pye, K., 1987: *Aeolian Dust and Dust Deposits*. London (Academic Press Inc.). 334 p.

- Raymo, M. E., Ruddiman, W. F., Backman, J., Clement, B. M. & Martinson, D. G., 1989: Late Pliocene variation in Northern Hemisphere ice sheets and North Atlantic deep water circulation. *Paleoceanography*, **4** (4): p. 413-446.
- Raymo, M. E., Ruddiman, W. F. & Froelich, P. N., 1988: Influence of Late Cenozoic mountain building on ocean geochemical cycles. *Geology*, **16** : p. 649-653.
- Rea, D. K., 1989: Geologic record of atmospheric circulation on tectonic time scales. In: Leinen, M. & Sarnthein, M. (Eds.), *Paleoclimatology and Paleometeorology: Modern and past patterns of global atmospheric transport*. (Kluwer Academic Publishers), p. 841-857.
- Rea, D. K., 1990: Aspects of atmospheric circulation: the Late Pleistocene (0 - 950,000 yr) record of eolian deposition in the Pacific ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **78** : p. 217-227.
- Rea, D. K. & Janecek, T. R., 1982: Late Cenozoic changes in atmospheric circulation deduced from North Pacific eolian sediments. *Mar. Geol.*, **49** : p. 149-167.
- Rea, D. K., Leinen, M. & Janecek, T. R., 1985: Geologic approach to the long - term history of atmospheric circulation. *Science*, **227** : p. 721-725.
- Ren, M. E. & Shi, Y. L., 1986: Sediment discharge of the Yellow River (China) and its effect on the sedimentation of the Bohai and the Yellow Sea. *Continental Shelf Research*, **6** : p. 785-810.
- Riech, V. & v. Rad, U., 1979: Silica Diagenesis in the Atlantic Ocean: Diagenetic Potential and Transformations. In: Talwani, M. (Eds.), *M. Ewing Series*. **3**: Washington p. 315-340.
- Ruddiman, W. F. & Janecek, T. R., 1989: Pliocene-Pleistocene biogenic and terrigenous fluxes at Equatorial Atlantic Sites 662, 663, and 664. In: Ruddiman, W. F., Sarnthein, M., et al. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*. **108**: College Station, Tx (Ocean Drilling Program), p. 211-240.
- Sarnthein, M., Tetzlaff, G., Koopmann, B., Wolter, K. & Pflaumann, U., 1981: Glacial and interglacial wind regimes over the eastern subtropical Atlantic and Northwest Africa. *Nature*, **293** : p. 193-196.
- Sarnthein, M., Thiede, J., Pflaumann, U., Erlenkeuser, H., Fütterer, D. K., Koopmann, B., Lange, H. & Seibold, E., 1982: Atmospheric and oceanic circulation patterns off Northwest Africa during the past 25 million years. In: von Rad, U., Hinz, K., Sarnthein, M., Seibold, E. (Eds.), *Geology of the Northwest African Continental Margin*. Berlin (Springer Verlag), p. 545-604.
- SCOPE/UNEP, 1983: *Transport of carbon and minerals in major world rivers*. Hamburg (Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Hamburg). 535 p.

- Shackleton, N. J., Backman, J., Zimmerman, H., Kent, D. V., Hall, M. A., Roberts, D. G., Schnitker, D., Baldauf, J. G., Desprairies, A., Homrighausen, R., Huddleston, P., Keene, J. B., Kaltenback, A. J., Krumsiek, K. A. O., Morton, A. C., Murray, J. W. & Westberg-Smith, J., 1984: Oxygen isotope calibration of the onset of ice-rafting and history of glaciation in the North Atlantic region. *Nature*, **37** : p. 620-623.
- Shackleton, N. J. & Opdyke, N. D., 1976: Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of pacific core V28-239, Late Pliocene to latest Pleistocene. In: Cline, R. M., & Hays, J. D. (Eds.), *Investigation of late quarternary paleoceanography and paleoclimatology*. **145**: (Geol. Soc. Am. Mem.), p. 449-464.
- Sirocko, F., Sarnthein, M., Lange, H. & Erlenkeuser, H., 1991: Atmospheric summer circulation and coastal upwelling in the Arabian Sea during the Holocene and the Last Glaciation. *Quaternary Research*, **36** : p. 72-93.
- Stax, R., 1993: Org.-Kohlenstoff-Zyklen in spätkänozoischen Sedimenten von ODP-Leg 128: Anzeiger für kurz- und langfristige Änderungen der paläoklimatischen und paläoozeanographischen Verhältnisse in der Japan See. *Dissertation*, University of Bremen, in press.
- Stein, R., 1984: Zur neogenen Klimaentwicklung in Nordwest-Afrika und Palao-Ozeanographie im Nordost-Atlantik: Ergebnisse von DSDP-Sites 141, 366, 397 und 544B. *Berichte, Geologisch-Palaontologisches Institut der Univ. Kiel*, **4** : 210 p., 72 Fig., 27 Tab.
- Stein, R., 1985: Late Neogene Changes of Paleoclimate and Paleoproductivity off Northwest Africa (DSDP- Site 397). *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, **49** : p. 47-59.
- Stein, R., 1986: Late Neogene evolution of paleoclimate and paleoceanic circulation in the northern and southern hemispheres - a comparison. *Geologische Rundschau*, **75** (1): p. 125-138.
- Stein, R. & Robert, C., 1985: Cenozoic evolution and significance of clay associations in the New Zealand region of the south Pacific, Deep Sea Driling Project, Leg 90. In: Kennett, J. P., von der Borch, C. C., et al. (Eds.), *Init. Repts. DSDP*. **90**: Washington (U. S. Govt. Printing Office),
- Sternberg, R. W., Larsen, L. H. & Miao, Y. T., 1985: Tidally driven sediment transport on the East China Sea continental shelf. *Continental Shelf Research*, **4** : p. 105-120.
- Stokke, P. R. & Carson, B., 1973: Variation in clay mineral x-ray diffraction results with the quantity of sample mounted. *Journal of Sedimentary Petrology*, **43** (4): p. 957-964.

- Stroh, A., 1988: Quantitative röntgenographische Phasenanalyse von Gesteinen und Mineralgemischen. *Dissertation*, University of Giessen.
- Syvitszki, J. P. M., 1991: *Principles, methods and application of particle size analysis*. Cambridge (Press syndicate of the university of Cambridge). 368 p.
- Tada, R., 1993: Paleoceanographic evolution of the Japan Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, in press.
- Tada, R., Koizumi, I., Cramp, A. & Rahman, A. , 1992: Correlation of dark and light layers, and the origin of their cyclicity in the Quaternary sediments from the Japan sea. *in*: Pisciotto, K. A., Ingle, J. C., Jr., von Breyman, M. T. & Barron, J. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results. 127/128* (Part 1): College Station, TX (Ocean Drilling Program), p. 577-605.
- Tamaki, K., Suyehiro, K., Allan, J. & McWilliams, M. et al., 1992: *Proc. ODP, Sci. Results, 127/128*. (Part 2). College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Thiede, J., 1979: Wind regimes over the late quaternary southwest pacific ocean. *Geology*, **7** : p. 259-262.
- Tsuchi, R., 1990: Neogene events in Japan and the Pacific. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **77** : p. 355-365.
- Tucker, M., 1988: *Techniques in Sedimentology*. Oxford (Blackwell Scientific Publications). 394 p.
- v. Richthofen, F., 1882: On the mode of origin of the loess. *Geol. Mag.*, **9** (2): p. 293-305.
- Vail, P. R., Audemard, F., Bowman, S. A., Eisner, P. N. & Perez-Cruz, C., 1991: The Stratigraphic Signatures of Tectonics, Eustacy and Sedimentology-an Overview. *In*: Einsele, G., Ricken, W. & Seilacher, A. (Eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*. Heidelberg (Springer Verlag), p. 617-659.
- van Andel, T. H., Heath, G. H. & Moore, T. C., 1975: Cenozoic history and paleoceanography of the Central Equatorial Pacific. *Mem. Geol. Soc. Amer.*, **143** : 134 p.
- Wang, P., 1990: Neogene stratigraphy and paleoenvironments of China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **77** : p. 315-334.
- Wang, Y. & Aubrey, D. G., 1987: The characteristics of the China coastline. *Continental Shelf Research*, **7** : p. 329-349.
- Weaver, C. E., 1989: *Clays, Muds, and Shales*. Amsterdam (Elsevier Science Publishers B. V.). 819 p.

- Weber, M., 1992: Spätquartäre Sedimentation am Kontinentalrand des südöstlichen Weddellmeeres, Antarktis. *Berichte zur Polarforschung*, **109**: 165 p.
- Weischet, W., 1979: *Einführung in die Allgemeine Klimatologie*. Stuttgart (Teubner), 256 p.
- Wells, J. T., 1988: Distribution of suspended sediment in the Korea Strait and southeastern Yellow Sea: Onset of winter monsoons. *Marine Geology*, **83** : p. 273-284.
- Windom, H. L., 1975: Eolian contributions to marine sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, **45** : p. 520-529.
- Xu, D., 1985: Mud sedimentation on the East China Sea continental shelf. *Marine Geology & Quaternary Geology*, **5** (2): p. 17-26.
- Xu, D. Y., 1983: Mud sedimentation on the East China Sea shelf. In: *Acta Oceanologica Sinica: Sedimentation and Sedimentation Rate of the Continental Shelf-with Special Reference to the East China Sea*. Beijing (China Ocean Press), p. 544-556.

12. Anhang

12.1. Erläuterung der in Text und Anhang verwendeten Abkürzungen

Im Text und in den einzelnen Tabellen wurden folgende Abkürzungen verwendet (in alphabetischer Reihenfolge):

| | |
|---------------------|---|
| abs. | = absolut |
| Amph. | = Amphibol |
| Anth. | = Anthophyllit |
| Apat. | = Apatit |
| AR | = Akkumulationsrate (g/cm ² /ky) |
| AWI | = Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung |
| biot. | = bioturbat |
| Chl. | = Chlorit |
| Chlo/Kao | = Chlorit/Kaolinit-Verhältnis |
| Chr. | = Christobalit |
| DSDP | = Deep Sea Drilling Project |
| Eich. | = Eichung |
| f. | = Feinsilt |
| Fsp | = Feldspat |
| g. | = Grobsilt |
| Ges. | = Gesamt |
| Glauk. | = Glaukonit |
| Glim. | = Glimmer |
| gra. | = graphisch bestimmt |
| Ill/Chlo | = Illit/Chlorit-Verhältnis |
| ka | = *1000 Jahre vor heute |
| Kal | = Kalzit |
| Kao. | = Kaolinit |
| Kd-Wert | = $\frac{(10-50\mu\text{m}(\%))}{(<5\mu\text{m}(\%))}$ (nach Liu, 1988) |
| Kurt. | = Kurtosis |
| ky | = *1000 Jahre |
| m. | = Mittelsilt |
| LSR | = Lineare Sedimentationsrate (cm/1000 Jahre) |
| Ma | = Millionen Jahre vor heute |
| Med. | = Median |
| Mitt. | = Mittlere Korngröße |
| Modalw. | = Modalwert |
| nz. | = nicht zugeordnet |
| ODP | = Ocean Drilling Program |
| Qz | = Quarz |
| Qz/Fsp | = Quarz/Feldspat-Verhältnis |
| S/T Verh. | = Silt/Ton-Verhältnis |
| Schief. | = Schiefe |
| Sm.Param. | = Smektit Integralbreite (nach Klug & Alexander, 1974) |
| Smek. | = Smektit |
| Sort. | = Sortierung |
| Std.abw. | = Standardabweichung |
| Su.Min. | = Summe der röntgenographisch erfaßten Minerale |
| Sulf.Erzmin. | = Sulfiderzminerale |
| Tri. | = Tridymit |

12.2. Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Im folgenden Anhang sind alle an den Sedimentproben gewonnenen Daten tabellarisch aufgeführt. Einzig von einer Auflistung der Datenbasis zur Siltkorngrößenverteilung der einzelnen Proben, deren Bestimmung in 50 Subfraktionen erfolgte, wurde aufgrund der enormen Datenfülle abgesehen.

- **A1:** Korngrößendaten und mineralogische Zusammensetzung der Tonfraktion in Bohrung 798
- **A2:** Röntgenographisch erfaßte Mineralbestandteile in der Gesamtfraction der Sedimente von Bohrung 798
- **A3:** Röntgenographisch erfaßte Mineralbestandteile in der Gesamtfraction der Segmentproben von Teilohrung 798B (Kernsektion 13 bis 15)
- **A4:** Röntgenographisch bestimmte Quarzgehalte in der Gesamtfraction der Hell/Dunkel-Zyklen von Teilohrung 798B
- **A5:** Korngrößendaten und mineralogische Zusammensetzung der Tonfraktion in Bohrung 799
- **A6:** Röntgenographisch erfaßte Mineralbestandteile in der Gesamtfraction der Sedimente von Bohrung 799
- **A7:** Ergebnisse von 40 röntgendiffraktometrischen Doppelbestimmungen (Untersuchungen der Gesamtfraction mit Angaben zur Standardabweichung für die einzelnen Mineralphasen)

| Probe | Tiefe | | Alter (Ma) | AR | | Ton (%) | Silt (%) | Sand (%) | S/T Verh. | AR | | | Silt: Med. (Phi°) | Silt: | | | | | Ton: | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|---------------|--------------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-----|----------------------|-------|------|------|------|-------|---------|-------|-------------|---------------------|--------------|-------|------|------|-----------------|-----------------|----------|----------|
| | (m) | (Ma) | | Ges. (g/cm2/ky) | Ton (%) | | | | | Silt (%) | Sand (%) | Ton | | Silt | Sand | Med. | Mean | Sort. | Schief. | Kurt. | Kd- Wert | Modalw. g. m. f. | Smek. (%) | Illit | Chl. | Kao. | Illit 5Å/10Å | Smek. Param. | Ill/Chlo | Chlo/Kao |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|-------|-------|------|------|------|------|-------|--------|-------|------|------|------|-------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 798A / 1 - 3 / 37 - 39 | 6,57 | 0,043 | 8,37 | 31,3 | 67,7 | 1,0 | 2,17 | 2,620 | 5,668 | 0,088 | 6,30 | 6,38 | 0,69 | 0,28 | 1,63 | 1,90 | 6,3 | 20,8 | 56,6 | 10,0 | 12,6 | 0,46 | 1,38 | 5,66 | 0,79 |
| 798A / 1 - 5 / 2 - 7 | 9,22 | 0,063 | 8,47 | 26,0 | 72,4 | 1,6 | 2,79 | 2,202 | 6,134 | 0,133 | 6,64 | 6,65 | 0,54 | 0,14 | 1,98 | 1,39 | 6,7 | 13,1 | 59,8 | 12,4 | 14,6 | 0,47 | 1,62 | 4,82 | 0,85 |
| 798C / 2 - 4 / 53 - 55 | 10,91 | 0,074 | 11,23 | 45,7 | 53,5 | 0,8 | 1,17 | 5,132 | 6,002 | 0,090 | 7,72 | 7,59 | 0,83 | -0,24 | 0,77 | 0,58 | 4,7 5,9 8,1 | 20,0 | 51,3 | 17,6 | 11,1 | 0,46 | 2,02 | 2,91 | 1,59 |
| 798C / 2 - 4 / 71 - 73 | 11,08 | 0,075 | 12,40 | 35,6 | 63,5 | 0,8 | 1,78 | 4,414 | 7,875 | 0,104 | 7,23 | 7,12 | 1,04 | -0,24 | 1,17 | 0,18 | 6,5 8,0 | 14,5 | 51,2 | 20,9 | 13,4 | 0,40 | 1,92 | 2,45 | 1,56 |
| 798C / 2 - 4 / 73 - 75 | 11,10 | 0,075 | 12,40 | 44,2 | 55,3 | 0,5 | 1,25 | 5,481 | 6,860 | 0,057 | 7,18 | 7,15 | 0,89 | -0,09 | 1,07 | 0,50 | 4,7 8,1 | 15,9 | 49,0 | 22,0 | 13,1 | 0,43 | 1,41 | 2,23 | 1,68 |
| 798C / 2 - 4 / 125 - 127 | 11,58 | 0,079 | 12,40 | 29,0 | 69,4 | 1,6 | 2,39 | 3,596 | 8,600 | 0,201 | 7,09 | 7,13 | 0,84 | 0,02 | 1,01 | 0,47 | 6,3 8,0 | 6,7 | 60,2 | 12,2 | 20,9 | 0,39 | 1,23 | 4,93 | 0,58 |
| 798A / 2 - 1 / 129 - 131 | 13,79 | 0,093 | 9,79 | 34,2 | 62,9 | 2,9 | 1,84 | 3,348 | 6,160 | 0,281 | 7,09 | 7,01 | 0,96 | -0,11 | 0,95 | 0,40 | 5,4 7,0 | 11,7 | 62,0 | 11,9 | 14,4 | 0,40 | 1,66 | 5,21 | 0,83 |
| 798A / 2 - 3 / 25 - 30 | 15,75 | 0,106 | 12,40 | 32,9 | 62,4 | 4,7 | 1,90 | 4,080 | 7,741 | 0,580 | 6,23 | 6,27 | 0,62 | 0,27 | 1,66 | 2,05 | 6,2 | 19,9 | 59,6 | 9,2 | 11,3 | 0,42 | 1,58 | 6,48 | 0,81 |
| 798A / 3 - 6 / 44 - 49 | 29,44 | 0,203 | 6,63 | 26,9 | 73,0 | 0,2 | 2,71 | 1,783 | 4,840 | 0,010 | 6,78 | 6,76 | 0,38 | -0,13 | 1,35 | 0,98 | 6,9 | 16,7 | 57,7 | 10,7 | 14,8 | 0,42 | 1,77 | 5,39 | 0,72 |
| 798A / 4 - 5 / 89 - 91 | 37,39 | 0,272 | 13,89 | 34,6 | 65,0 | 0,4 | 1,88 | 4,806 | 9,028 | 0,058 | 7,18 | 7,10 | 0,96 | -0,18 | 1,09 | 0,52 | 4,9 7,5 | 6,9 | 60,1 | 22,0 | 11,8 | 0,55 | 1,56 | 2,73 | 2,00 |
| 798A / 5 - 5 / 48 - 50 | 45,89 | 0,387 | 5,27 | 28,1 | 71,4 | 0,5 | 2,54 | 1,481 | 3,765 | 0,028 | 7,18 | 7,17 | 0,45 | -0,04 | 1,87 | 0,25 | 7,3 | 13,2 | 54,3 | 16,9 | 15,6 | 0,48 | 1,34 | 3,21 | 1,08 |
| 798A / 6 - 2 / 51 - 53 | 51,31 | 0,462 | 6,96 | 25,1 | 73,8 | 1,1 | 2,94 | 1,747 | 5,135 | 0,078 | 7,43 | 7,29 | 0,93 | -0,30 | 1,36 | 0,35 | 5,4 7,7 | 11,1 | 49,3 | 25,6 | 13,0 | 0,40 | 3,63 | 1,91 | 1,86 |
| 798A / 6 - 2 / 82 - 87 | 51,61 | 0,467 | 6,96 | 26,6 | 66,9 | 6,5 | 2,51 | 1,851 | 4,655 | 0,452 | 6,97 | 6,98 | 0,57 | 0,12 | 1,82 | 0,51 | 7,0 | 20,3 | 56,9 | 11,5 | 11,3 | 0,47 | 2,02 | 4,95 | 1,02 |
| 798A / 6 - 3 / 7 - 9 | 52,32 | 0,469 | 6,95 | 43,5 | 55,1 | 1,4 | 1,27 | 3,023 | 3,831 | 0,100 | 7,14 | 7,05 | 0,97 | -0,17 | 0,93 | 0,51 | 8,0 | 14,6 | 51,4 | 21,2 | 12,9 | 0,44 | 1,72 | 2,42 | 1,64 |
| 798A / 6 - 3 / 18 - 20 | 52,43 | 0,471 | 6,95 | 48,0 | 51,6 | 0,4 | 1,07 | 3,336 | 3,586 | 0,029 | 7,25 | 7,15 | 0,95 | -0,16 | 0,92 | 0,41 | 7,7 | 18,5 | 47,3 | 20,7 | 13,5 | 0,47 | 1,87 | 2,29 | 1,53 |
| 798A / 6 - 3 / 28 - 30 | 52,52 | 0,472 | 6,95 | 50,2 | 49,4 | 0,3 | 0,96 | 3,489 | 3,437 | 0,023 | 7,23 | 7,19 | 0,78 | -0,08 | 0,91 | 0,35 | 5,1 7,3 | 17,7 | 52,7 | 17,6 | 12,0 | 0,47 | 1,93 | 2,99 | 1,47 |
| 798A / 6 - 3 / 35 - 37 | 52,59 | 0,473 | 6,95 | 37,9 | 59,7 | 2,4 | 1,58 | 2,634 | 4,153 | 0,167 | 6,62 | 6,71 | 0,98 | 0,13 | 0,84 | 0,95 | 6,6 8,5 | 15,5 | 57,1 | 16,4 | 10,9 | 0,47 | 1,56 | 3,48 | 1,50 |
| 798A / 7 - 4 / 24 - 26 | 62,90 | 0,597 | 7,62 | 40,7 | 58,9 | 0,4 | 1,45 | 3,101 | 4,488 | 0,027 | 6,23 | 6,35 | 0,75 | 0,36 | 1,74 | 1,56 | 6,2 | 22,7 | 51,0 | 11,7 | 14,6 | 0,45 | 1,68 | 4,36 | 0,80 |
| 798A / 7 - 4 / 123 - 127 | 63,73 | 0,607 | 7,62 | 39,4 | 59,6 | 1,0 | 1,51 | 3,002 | 4,541 | 0,074 | 6,57 | 6,61 | 0,65 | 0,24 | 1,77 | 1,11 | 6,6 | 16,0 | 60,1 | 11,6 | 12,3 | 0,35 | 1,60 | 5,18 | 0,94 |
| 798A / 7 - 5 / 131 - 133 | 65,06 | 0,623 | 6,27 | 40,0 | 58,7 | 1,3 | 1,47 | 2,508 | 3,681 | 0,082 | 6,15 | 6,21 | 0,70 | 0,26 | 1,51 | 1,75 | 6,1 | 21,4 | 50,3 | 14,3 | 14,0 | 0,60 | 2,08 | 3,52 | 1,02 |
| 798A / 8 - 7 / 17 - 19 | 76,77 | 0,709 | 15,78 | 29,6 | 69,5 | 0,9 | 2,35 | 4,671 | 10,973 | 0,135 | 7,13 | 6,95 | 1,17 | -0,28 | 1,28 | 0,57 | 4,5 6,6 8,7 | 14,0 | 59,9 | 18,1 | 8,3 | 0,48 | 1,72 | 3,37 | 2,14 |
| 798A / 9 - 4 / 128 - 130 | 83,28 | 0,778 | 4,20 | 40,0 | 59,7 | 0,3 | 1,49 | 1,680 | 2,507 | 0,013 | 7,54 | 7,45 | 0,88 | -0,24 | 1,24 | 0,23 | 5,4 7,7 | 4,6 | 60,7 | 22,0 | 12,0 | 0,43 | 1,19 | 2,76 | 1,73 |
| 798A / 10 - 1 / 44 - 46 | 87,99 | 0,858 | 4,34 | 41,8 | 57,3 | 0,8 | 1,37 | 1,814 | 2,490 | 0,037 | 6,66 | 6,66 | 0,56 | 0,12 | 1,59 | 0,93 | 6,7 | 16,7 | 54,8 | 13,9 | 14,7 | 0,49 | 1,38 | 3,94 | 0,95 |
| 798A / 10 - 2 / 102 - 104 | 89,85 | 0,890 | 3,96 | 23,7 | 76,0 | 0,3 | 3,21 | 0,939 | 3,010 | 0,011 | 7,11 | 7,10 | 0,85 | -0,07 | 1,09 | 0,56 | 7,3 | 6,1 | 57,2 | 22,6 | 12,8 | 0,46 | 1,53 | 2,53 | 1,59 |
| 798A / 10 - 3 / 83 - 85 | 91,03 | 0,910 | 8,83 | 32,0 | 66,7 | 1,3 | 2,08 | 2,826 | 5,891 | 0,114 | 6,69 | 6,80 | 0,90 | 0,13 | 0,95 | 0,98 | 6,5 7,6 | 23,9 | 45,7 | 14,9 | 15,5 | 0,51 | 1,98 | 3,07 | 0,96 |
| 798A / 10 - 5 / 39 - 41 | 93,32 | 0,950 | 8,78 | 54,6 | 44,8 | 0,6 | 0,82 | 4,794 | 3,935 | 0,051 | 6,72 | 6,89 | 0,78 | 0,29 | 0,91 | 0,65 | 6,6 7,6 | 12,8 | 60,0 | 11,9 | 15,3 | 0,36 | 1,52 | 5,04 | 0,78 |
| 798A / 10 - 6 / 34 - 36 | 94,61 | 0,972 | 9,31 | 30,1 | 69,7 | 0,2 | 2,32 | 2,802 | 6,491 | 0,023 | 7,28 | 7,23 | 0,87 | -0,13 | 1,07 | 0,40 | 5,4 7,5 | 11,3 | 54,5 | 21,4 | 14,0 | 0,47 | 1,67 | 2,70 | 1,44 |
| 798A / 10 - 7 / 35 - 37 | 95,96 | 0,995 | 11,05 | 35,0 | 63,6 | 1,4 | 1,82 | 3,868 | 7,025 | 0,155 | 6,63 | 6,61 | 0,65 | 0,09 | 2,02 | 1,13 | | 17,8 | 53,3 | 15,2 | 13,6 | 0,56 | 1,35 | 3,51 | 1,12 |
| 798A / 11 - 1 / 100 - 102 | 98,25 | 0,966 | 7,38 | 24,8 | 74,7 | 0,5 | 3,01 | 1,830 | 5,510 | 0,038 | 7,37 | 7,32 | 0,81 | -0,13 | 1,08 | 0,32 | 4,9 7,7 | 10,8 | 57,1 | 18,8 | 10,5 | 0,46 | 1,48 | 3,04 | 1,40 |
| 798A / 11 - 2 / 65 - 67 | 99,35 | 0,975 | 9,29 | 21,1 | 78,7 | 0,3 | 3,73 | 1,960 | 7,303 | 0,025 | 7,03 | 7,05 | 0,82 | 0,03 | 1,00 | 0,68 | 4,3 6,9 | 10,7 | 59,9 | 19,5 | 11,0 | 0,36 | 1,19 | 3,07 | 1,97 |
| 798A / 11 - 3 / 94 - 96 | 101,05 | 0,990 | 8,84 | 41,0 | 56,5 | 2,5 | 1,38 | 3,624 | 4,996 | 0,223 | 6,97 | 6,86 | 0,84 | -0,18 | 0,83 | 0,65 | 4,1 6,4 8,1 | 12,8 | 57,4 | 20,4 | 9,4 | 0,40 | 1,48 | 2,81 | 2,17 |
| 798A / 11 - 3 / 146 - 148 | 101,54 | 0,995 | 8,84 | 34,8 | 54,5 | 10,7 | 1,56 | 3,076 | 4,814 | 0,947 | 7,37 | 7,33 | 0,98 | -0,16 | 1,28 | 0,37 | 5,4 6,7 8,1 | 15,5 | 52,5 | 17,9 | 14,0 | 0,42 | 1,89 | 2,93 | 1,28 |
| 798A / 11 - 4 / 2 - 4 | 101,60 | 0,995 | 8,31 | 33,3 | 60,0 | 6,7 | 1,80 | 2,767 | 4,987 | 0,553 | 7,46 | 7,27 | 0,87 | -0,32 | 1,00 | 0,36 | 4,1 6,3 7,8 | 16,1 | 56,6 | 16,1 | 11,2 | 0,44 | 1,60 | 3,52 | 1,44 |
| 798A / 11 - 4 / 68 - 70 | 102,23 | 0,997 | 7,46 | 29,6 | 70,1 | 0,3 | 2,37 | 2,208 | 5,228 | 0,025 | 7,38 | 7,28 | 0,93 | -0,21 | 0,99 | 0,37 | 5,6 7,8 | 8,0 | 62,5 | 17,2 | 10,7 | 0,42 | 1,73 | 3,63 | 1,40 |
| 798A / 12 - 8 / 0 - 2 | 116,05 | 1,133 | 9,94 | 49,3 | 50,0 | 0,7 | 1,01 | 4,900 | 4,966 | 0,070 | 7,53 | 7,45 | 0,82 | -0,24 | 1,22 | 0,18 | 5,6 7,7 | 10,2 | 59,1 | 20,9 | 9,8 | 0,44 | 1,48 | 2,83 | 2,13 |
| 798A / 12 - 8 / 23 - 25 | 116,25 | 1,135 | 10,04 | 56,1 | 43,2 | 0,7 | 0,77 | 5,632 | 4,340 | 0,072 | 6,45 | 6,70 | 0,95 | 0,38 | 0,84 | 0,85 | 6,1 7,8 | 9,3 | 63,0 | 17,9 | 9,8 | 0,48 | 1,29 | 3,52 | 1,83 |
| 798A / 12 - 8 / 52 - 54 | 116,50 | 1,137 | 9,47 | 52,2 | 47,6 | 0,2 | 0,91 | 4,943 | 4,513 | 0,017 | 6,40 | 6,57 | 0,92 | 0,29 | 0,86 | 0,92 | 6,5 8,5 | 7,4 | 62,4 | 21,7 | 8,5 | 0,49 | 1,28 | 2,88 | 2,55 |
| 798A / 12 - 8 / 62 - 64 | 116,59 | 1,138 | 9,16 | 53,4 | 45,9 | 0,6 | 0,86 | 4,891 | 4,203 | 0,059 | 7,45 | 7,33 | 1,08 | -0,35 | 1,50 | 0,24 | 4,8 6,5 8,0 | 7,0 | 63,1 | 21,1 | 8,9 | 0,43 | 1,21 | 2,99 | 2,37 |
| 798A / 12 - 8 / 70 - 72 | 116,66 | 1,139 | 8,73 | 51,0 | 48,1 | 0,8 | 0,94 | 4,452 | 4,204 | 0,073 | 7,33 | 7,28 | 0,77 | -0,09 | 0,93 | 0,29 | 7,7 | 6,8 | 59,9 | 22,7 | 10,5 | 0,44 | 1,36 | 2,64 | 2,16 |
| 798A / 12 - 8 / 75 - 77 | 116,70 | 1,139 | 8,52 | 47,2 | 52,4 | 0,4 | 1,11 | 4,021 | 4,468 | 0,033 | 6,14 | 6,36 | 0,83 | 0,44 | 1,42 | 1,38 | 6,1 | 8,5 | 62,0 | 19,9 | 9,6 | 0,59 | 1,74 | 3,12 | 2,07 |
| 798B / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Probe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | </ |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|

| Probe | Tiefe (m) | Alter (Ma) | AR | Qz | Fsp | Glim.+ | Qz/Fsp | Glim. | Pyrit | Gips | Amph. | Apat. | Glauk. | Sulf. | Kao | Chl. | Illit | Chr. | Tri. | Kalzit | Su.Min. | AR | AR | AR | AR | |
|-------|----------------------|---------------|------------|-------|------|--------|--------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|-----|------|-------|------|------|--------|---------|------|------------|------|-------|---------|
| | | | Ges. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Qz | Fsp | Glim. | Su.Min. |
| | | | (g/cm2/ky) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (g/cm2/ky) | | | |
| 798A | / 9 - 4 / 54 - 56 | 82,67 | 0,767 | 4,20 | 8,2 | 7,9 | 7,8 | 1,0 | 7,8 | 1,2 | | | | | 2,7 | 0,0 | 0,0 | | 1,5 | 5,6 | 35,0 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 1,47 | |
| 798A | / 9 - 5 / 54 - 56 | 84,06 | 0,791 | 4,67 | 9,4 | 4,9 | 3,1 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | | | | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | | | 9,2 | 28,0 | 0,44 | 0,23 | 0,14 | 1,31 | |
| 798A | / 9 - 6 / 53 - 58 | 85,44 | 0,815 | 4,44 | 9,2 | 6,4 | 6,2 | 1,4 | 6,2 | 1,5 | | | | | 0,0 | 3,3 | 0,0 | | | 1,1 | 26,2 | 0,41 | 0,28 | 0,26 | 1,16 | |
| 798A | / 10 - 2 / 0 - 5 | 88,94 | 0,875 | 3,97 | 9,4 | 8,0 | 6,3 | 1,2 | 6,5 | 1,9 | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 24,9 | 0,37 | 0,32 | 0,25 | 0,99 | |
| 798A | / 10 - 3 / 40 - 45 | 90,64 | 0,904 | 4,00 | 9,2 | 8,1 | 7,5 | 1,1 | 7,5 | 0,0 | | | | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 26,3 | 0,37 | 0,32 | 0,30 | 1,09 | |
| 798A | / 10 - 5 / 103 - 108 | 93,89 | 0,932 | 8,76 | 10,0 | 9,7 | 1,7 | 1,0 | 0,0 | 2,5 | 1,4 | | | | 0,0 | 4,9 | 1,7 | | | 0,0 | 28,2 | 0,88 | 0,85 | 0,15 | 2,46 | |
| 798A | / 10 - 7 / 20 - 25 | 95,83 | 0,948 | 10,05 | 10,0 | 4,8 | 14,1 | 2,1 | 14,1 | 0,0 | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 28,9 | 1,01 | 0,48 | 1,42 | 2,91 | |
| 798A | / 10 - 7 / 128 - 133 | 96,79 | 0,955 | 11,05 | 9,4 | 7,8 | 9,2 | 1,2 | 9,2 | 0,0 | | | | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 10,6 | 37,0 | 1,04 | 0,86 | 1,02 | 4,09 | |
| 798A | / 10 - 8 / 63 - 65 | 97,56 | 0,961 | 11,29 | 10,1 | 4,8 | 10,3 | 2,1 | 10,3 | 2,0 | | | | | 2,9 | 0,0 | 0,0 | | | 7,0 | 35,1 | 1,14 | 0,54 | 1,16 | 3,96 | |
| 798A | / 11 - 1 / 97 - 99 | 98,22 | 0,966 | 7,84 | 8,6 | 9,2 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 1,2 | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 17,8 | 0,67 | 0,72 | 0,00 | 1,40 | |
| 798A | / 11 - 2 / 0 - 5 | 98,73 | 0,970 | 8,63 | 10,0 | 5,1 | 6,0 | 2,0 | 6,0 | 1,8 | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 21,1 | 0,86 | 0,44 | 0,52 | 1,82 | |
| 798A | / 11 - 2 / 80 - 84 | 99,49 | 0,976 | 9,29 | 11,3 | 11,2 | 10,8 | 1,0 | 10,8 | 0,0 | | | | 1,1 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | | | 0,0 | 35,6 | 1,05 | 1,04 | 1,00 | 3,31 | |
| 798A | / 11 - 4 / 2 - 4 | 101,60 | 0,995 | 8,31 | 9,5 | 8,0 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 10,9 | 28,4 | 0,79 | 0,66 | 0,00 | 2,33 | |
| 798A | / 11 - 4 / 86 - 90 | 102,40 | 1,003 | 7,46 | 10,2 | 7,3 | 7,9 | 1,4 | 7,9 | 1,5 | | | | | 0,0 | 4,9 | 0,0 | | | 2,9 | 33,2 | 0,78 | 0,54 | 0,59 | 2,48 | |
| 798A | / 11 - 6 / 102 - 107 | 105,41 | 1,031 | 10,15 | 13,3 | 7,3 | 12,9 | 1,6 | 12,5 | 2,6 | 2,0 | | | | 0,0 | 1,2 | 0,0 | | 1,9 | 8,3 | 43,0 | 1,35 | 0,74 | 1,31 | 4,36 | |
| 798A | / 11 - 7 / 72 - 74 | 106,55 | 1,042 | 9,90 | 6,3 | 3,6 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | | | | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 7,4 | 17,3 | 0,62 | 0,36 | 0,00 | 1,71 | |
| 798A | / 12 - 2 / 30 - 35 | 108,55 | 1,061 | 7,87 | 6,6 | 8,1 | 7,6 | 1,1 | 7,6 | 2,1 | | | | | 3,5 | 0,0 | 0,0 | | | 2,8 | 30,8 | 0,68 | 0,64 | 0,61 | 2,42 | |
| 798A | / 12 - 5 / 0 - 5 | 112,17 | 1,096 | 7,31 | 9,5 | 9,1 | 7,5 | 1,0 | 7,5 | 2,2 | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 26,1 | 0,69 | 0,66 | 0,55 | 1,91 | |
| 798A | / 12 - 8 / 52 - 54 | 116,50 | 1,137 | 9,47 | 14,3 | 6,9 | 11,9 | 2,1 | 11,9 | 2,1 | | | | | 0,0 | 0,8 | 0,0 | | | 0,0 | 33,9 | 1,35 | 0,65 | 1,13 | 3,21 | |
| 798A | / 13 - 2 / 98 - 103 | 118,98 | 1,161 | 11,73 | 19,2 | 15,6 | 4,4 | 1,2 | 0,0 | 1,5 | | | | | 2,7 | 0,0 | 4,4 | | | 0,8 | 42,7 | 2,25 | 1,83 | 0,52 | 5,01 | |
| 798A | / 13 - 4 / 74 - 79 | 121,62 | 1,186 | 8,61 | 10,7 | 5,5 | 13,1 | 2,0 | 13,1 | 2,4 | | | | | 4,9 | 0,0 | 0,0 | | | 7,7 | 41,9 | 0,92 | 0,47 | 1,13 | 3,61 | |
| 798B | / 14 - 1 / 87 - 89 | 123,14 | 1,200 | 11,26 | 12,5 | 9,7 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | | | | 1,9 | 0,0 | 6,4 | 0,0 | | | 2,1 | 30,7 | 1,41 | 1,09 | 0,00 | 3,46 | |
| 798B | / 14 - 2 / 116 - 120 | 124,66 | 1,211 | 13,54 | 11,0 | 5,3 | 10,9 | 2,1 | 10,8 | 1,7 | | | | | 0,0 | 6,9 | 0,0 | | | 9,6 | 43,7 | 1,49 | 0,72 | 1,48 | 5,92 | |
| 798B | / 14 - 3 / 89 - 91 | 125,71 | 1,218 | 13,38 | 14,1 | 13,6 | 2,8 | 1,0 | 2,8 | 2,1 | | | | | 0,0 | 6,5 | 0,0 | | | 6,5 | 45,1 | 1,89 | 1,82 | 0,37 | 6,03 | |
| 798B | / 14 - 4 / 39 - 41 | 126,56 | 1,224 | 13,66 | 11,1 | 11,6 | 6,6 | 1,0 | 6,6 | 0,0 | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 5,3 | 35,8 | 1,52 | 1,58 | 0,93 | 4,89 | |
| 798A | / 14 - 2 / 30 - 34 | 127,93 | 1,234 | 11,19 | 9,9 | 8,4 | 13,3 | 1,2 | 13,3 | 1,9 | | | | | 0,0 | 4,9 | 0,0 | | | 5,6 | 42,1 | 1,11 | 0,94 | 1,49 | 4,71 | |
| 798B | / 14 - 7 / 65 - 67 | 130,61 | 1,252 | 13,66 | 12,0 | 8,6 | 2,5 | 1,4 | 0,0 | 1,7 | | | | | 5,0 | 0,0 | 2,5 | | | 4,2 | 32,5 | 1,64 | 1,20 | 0,34 | 4,44 | |
| 798A | / 14 - 4 / 62 - 66 | 130,93 | 1,254 | 12,68 | 11,2 | 6,9 | 1,4 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | | | | | 0,0 | 1,1 | 0,0 | | | 2,8 | 25,5 | 1,42 | 0,87 | 0,18 | 3,22 | |
| 798B | / 14 - 8 / 65 - 67 | 131,88 | 1,261 | 13,63 | 13,8 | 8,8 | 5,0 | 1,6 | 0,0 | 2,3 | | | | | 0,0 | 4,1 | 5,0 | | | 2,0 | 33,7 | 1,88 | 1,20 | 0,68 | 4,59 | |
| 798A | / 14 - 6 / 49 - 53 | 133,52 | 1,273 | 13,23 | 10,6 | 4,4 | 7,3 | 2,4 | 7,3 | 0,0 | | | | | 0,0 | 1,1 | 0,0 | | | 6,8 | 31,7 | 1,40 | 0,58 | 0,97 | 4,18 | |
| 798B | / 15 - 2 / 109 - 111 | 134,29 | 1,278 | 11,71 | 14,8 | 7,8 | 16,5 | 1,9 | 16,5 | 3,0 | | | | | 0,0 | 4,3 | 0,0 | | | 0,0 | 47,2 | 1,73 | 0,91 | 2,17 | 5,53 | |
| 798B | / 15 - 3 / 22 - 24 | 134,89 | 1,282 | 12,10 | 11,1 | 7,2 | 12,8 | 1,5 | 12,8 | 0,0 | | | | 1,1 | 0,0 | 1,4 | 0,0 | | | 4,5 | 39,8 | 1,34 | 0,67 | 1,67 | 4,81 | |
| 798A | / 14 - 8 / 22 - 26 | 135,99 | 1,290 | 10,11 | 11,1 | 8,4 | 14,8 | 1,3 | 14,8 | 2,0 | | | | | 0,0 | 3,8 | 0,0 | | | 1,0 | 39,1 | 1,12 | 0,85 | 1,50 | 3,95 | |
| 798B | / 15 - 4 / 74 - 76 | 136,53 | 1,293 | 11,09 | 14,8 | 9,2 | 15,0 | 1,6 | 15,0 | 2,3 | | | | | 0,0 | 5,2 | 0,0 | | | 4,5 | 48,7 | 1,64 | 1,02 | 1,66 | 5,40 | |
| 798A | / 15 - 2 / 35 - 39 | 137,54 | 1,300 | 9,88 | 10,7 | 3,8 | 4,3 | 2,8 | 0,0 | 1,4 | | | | | 0,0 | 5,4 | 4,3 | | | 5,2 | 31,4 | 1,06 | 0,38 | 0,42 | 3,10 | |
| 798B | / 15 - 5 / 74 - 76 | 137,80 | 1,302 | 9,97 | 9,8 | 5,8 | 13,9 | 1,7 | 13,9 | 1,4 | | | | | 0,0 | 2,0 | 0,0 | | | 6,2 | 37,7 | 0,98 | 0,58 | 1,39 | 3,78 | |
| 798B | / 15 - 6 / 74 - 76 | 139,07 | 1,311 | 11,39 | 9,5 | 0,0 | 8,1 | | 8,1 | 2,6 | | | | | 0,0 | 1,2 | 0,0 | | 2,4 | 4,1 | 24,3 | 1,08 | 0,00 | 0,92 | 2,77 | |
| 798A | / 15 - 4 / 30 - 34 | 139,99 | 1,318 | 9,94 | 8,3 | 3,1 | 2,6 | 2,7 | 0,0 | 1,3 | | | | 0,8 | 0,0 | 2,2 | 2,6 | | | 12,9 | 32,1 | 0,83 | 0,31 | 0,26 | 3,19 | |
| 798B | / 15 - 8 / 75 - 80 | 141,61 | 1,329 | 12,29 | 13,9 | 9,1 | 4,6 | 1,5 | 0,0 | 2,0 | | | | | 0,0 | 2,0 | 4,6 | | | 2,6 | 34,6 | 1,71 | 1,12 | 0,57 | 4,25 | |
| 798B | / 16 - 1 / 45 - 47 | 142,25 | 1,333 | 10,75 | 10,4 | 4,1 | 11,8 | 2,5 | 11,8 | 2,4 | 2,0 | | | | 4,4 | 0,0 | 0,0 | | | 6,3 | 38,5 | 1,12 | 0,44 | 1,27 | 4,14 | |
| 798A | / 15 - 6 / 15 - 19 | 142,36 | 1,334 | 12,58 | 15,7 | 11,6 | 2,4 | 1,4 | 2,4 | 2,7 | | | | | 0,0 | 8,0 | 0,0 | | | 1,7 | 39,4 | 1,97 | 1,48 | 0,30 | 4,90 | |
| 798B | / 16 - 2 / 45 - 50 | 143,73 | 1,344 | 9,02 | 8,9 | 4,0 | 3,1 | 2,2 | 0,0 | 1,3 | | | | | 0,0 | 3,4 | 3,1 | | | 7,3 | 28,3 | 0,80 | 0,36 | 0,26 | 2,55 | |
| 798A | / 16 - 8 / 29 - 33 | 144,97 | 1,352 | 8,78 | 9,2 | 2,6 | 15,8 | 3,5 | 13,4 | 1,6 | | | | | 0,0 | 2,5 | 2,4 | | | 3,2 | 33,3 | 0,81 | 0,23 | 1,38 | 2,92 | |
| 798B | / 16 - 5 / 48 - 53 | 146,73 | 1,364 | 6,75 | 7,5 | 3,1 | 6,3 | 2,4 | 6,3 | 0,0 | | | | 1,3 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 0,7 | | 7,2 | 28,6 | 0,66 | 0,27 | 0,55 | 2,50 | |

| Probe | Tide | Alter | Gas. | | | | | | | | | | Ezamin. | | | | | | | | | | Oz | | | |
|-------|----------------------|--------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|---------|-------|-----|------|-------|------|-----|--------|---------|-------------------------|----|----|----|--|
| | | | AR | Oz | Fsp | Glim. | OzFsp | Glim. | Pyrit | Gips | Amph. | Apat. | Glauk. | Sulf. | Kao | Chl. | Illit | Chr. | Tr. | Kalzit | Su.Min. | AR | AR | AR | | |
| | | | (m) | (Ma) | (g/cm ² /ky) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (g/cm ² /ky) | AR | AR | AR | |
| 7988 | / 16 - 6 / 34 - 39 | 149,56 | 1,384 | 7,85 | 7,9 | 0,0 | 12,4 | 12,4 | 12,4 | 12,4 | 1,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 16 - 7 / 47 - 49 | 151,18 | 1,395 | 8,27 | 8,1 | 2,0 | 15,4 | 4,1 | 15,4 | 1,6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 17 - 2 / 48 - 54 | 153,38 | 1,411 | 7,65 | 5,9 | 3,7 | 4,4 | 1,6 | 4,4 | 1,2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 17 - 3 / 49 - 51 | 154,81 | 1,421 | 7,37 | 6,3 | 0,0 | 10,6 | | 10,6 | 1,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 17 - 4 / 28 - 35 | 156,03 | 1,429 | 7,94 | 7,7 | 5,4 | 2,0 | 1,4 | 2,0 | 1,2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 17 - 5 / 29 - 31 | 157,46 | 1,439 | 8,15 | 7,5 | 3,9 | 10,7 | 1,9 | 10,7 | 0,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 17 - 6 / 39 - 44 | 158,98 | 1,450 | 8,43 | 7,8 | 6,1 | 3,5 | 1,3 | 0,0 | 1,6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 18 - 1 / 30 - 32 | 161,40 | 1,467 | 12,24 | 14,4 | 11,0 | 14,0 | 1,3 | 14,0 | 1,3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 18 - 3 / 43 - 45 | 164,53 | 1,488 | 10,38 | 10,4 | 9,5 | 8,3 | 1,1 | 8,3 | 2,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 18 - 5 / 130 - 132 | 168,40 | 1,515 | 7,91 | 5,9 | 3,2 | 5,6 | 1,8 | 5,6 | 1,6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 18 - 6 / 25 - 27 | 168,85 | 1,518 | 9,35 | 9,6 | 6,2 | 3,6 | 1,6 | 0,0 | 1,7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 19 - 1 / 59 - 61 | 171,39 | 1,536 | 10,99 | 9,0 | 4,8 | 7,8 | 1,9 | 7,8 | 1,3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 19 - 2 / 60 - 65 | 172,90 | 1,547 | 6,54 | 7,1 | 6,4 | 9,0 | 1,1 | 9,0 | 1,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 18 - 9 / 30 - 32 | 173,40 | 1,550 | 9,35 | 5,6 | 4,2 | 2,9 | 1,3 | 2,9 | 1,3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 19 - 3 / 59 - 61 | 174,39 | 1,557 | 12,18 | 7,3 | 17,0 | 7,7 | 0,4 | 7,7 | 2,2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 19 - 5 / 51 - 53 | 177,31 | 1,577 | 12,68 | 7,6 | 7,6 | 6,9 | 1,0 | 6,9 | 1,4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 19 - 6 / 60 - 65 | 178,90 | 1,588 | 14,24 | 14,4 | 8,2 | 8,6 | 1,8 | 8,6 | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 20 - 1 / 39 - 41 | 180,82 | 1,602 | 11,04 | 16,3 | 9,0 | 5,7 | 1,8 | 0,0 | 1,7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 20 - 2 / 40 - 45 | 182,06 | 1,610 | 13,30 | 16,1 | 11,5 | 20,5 | 1,4 | 20,5 | 0,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 20 - 4 / 103 - 108 | 185,05 | 1,631 | 9,14 | 7,8 | 5,5 | 12,8 | 1,4 | 12,8 | 1,7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 20 - 5 / 46 - 48 | 185,82 | 1,636 | 9,04 | 11,2 | 5,5 | 6,0 | 2,0 | 6,0 | 2,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 20 - 6 / 60 - 62 | 187,17 | 1,646 | 11,33 | 3,3 | 27,6 | 1,5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 21 - 2 / 77 - 79 | 192,47 | 1,693 | 7,33 | 10,8 | 5,1 | 14,3 | 2,1 | 14,3 | 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 21 - 3 / 59 - 61 | 193,79 | 1,706 | 7,79 | 10,4 | 5,5 | 4,2 | 1,9 | 0,0 | 2,2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 21 - 4 / 39 - 44 | 195,09 | 1,719 | 7,28 | 6,1 | 17,6 | 14,8 | 0,4 | 14,8 | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 21 - 6 / 59 - 64 | 198,29 | 1,751 | 9,77 | 16,1 | 11,5 | 16,8 | 1,4 | 16,8 | 1,9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 21 - 7 / 77 - 79 | 199,97 | 1,768 | 6,11 | 7,4 | 7,3 | 4,4 | 1,0 | 4,4 | 1,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 21 - 8 / 19 - 21 | 200,89 | 1,777 | 6,56 | 7,0 | 3,9 | 5,6 | 1,8 | 5,6 | 1,6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 22 - 2 / 30 - 35 | 201,27 | 1,781 | 7,05 | 8,4 | 3,4 | 9,6 | 2,5 | 9,6 | 1,6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 22 - 4 / 17 - 22 | 203,61 | 1,805 | 6,04 | 9,7 | 0,0 | 12,9 | | 12,9 | 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 22 - 6 / 90 - 92 | 206,66 | 1,835 | 7,91 | 13,8 | 8,9 | 2,9 | 1,6 | 2,9 | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 22 - 7 / 42 - 47 | 207,49 | 1,844 | 7,60 | 12,3 | 12,3 | 6,6 | 1,0 | 6,6 | 1,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 22 - 8 / 77 - 79 | 209,00 | 1,859 | 9,20 | 15,3 | 7,6 | 8,5 | 2,0 | 8,5 | 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 23 - 2 / 30 - 32 | 211,01 | 1,879 | 6,08 | 8,4 | 4,5 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 23 - 5 / 120 - 125 | 215,55 | 1,912 | 9,22 | 10,6 | 5,7 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 1,9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 23 - 6 / 61 - 63 | 216,31 | 1,917 | 11,06 | 13,3 | 7,9 | 9,6 | 1,7 | 9,6 | 2,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 23 - 8 / 34 - 36 | 218,60 | 1,933 | 10,12 | 13,0 | 5,8 | 10,4 | 2,2 | 10,4 | 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 24 - 2 / 49 - 54 | 221,15 | 1,951 | 9,43 | 10,5 | 5,3 | 9,1 | 2,0 | 9,1 | 0,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 24 - 4 / 49 - 54 | 224,09 | 1,972 | 9,09 | 8,2 | 9,2 | 10,9 | 0,9 | 10,9 | 2,6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 24 - 5 / 50 - 52 | 225,57 | 1,983 | 8,97 | 8,6 | 8,3 | 9,3 | 1,0 | 9,3 | 1,9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 24 - 6 / 43 - 48 | 226,97 | 1,993 | 9,76 | 9,1 | 8,5 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 3,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 24 - 7 / 22 - 24 | 228,24 | 2,002 | 10,29 | 11,0 | 5,4 | 8,0 | 2,0 | 8,0 | 3,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 25 - 2 / 68 - 73 | 231,08 | 2,022 | 9,17 | 8,7 | 3,4 | 10,0 | 2,6 | 10,0 | 2,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | / 25 - 3 / 68 - 70 | 232,58 | 2,033 | 9,60 | 11,0 | 10,7 | 12,4 | 1,0 | 12,4 | 2,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Probe | Tiefe | Alter | Ges. | | | Illit | | | Erzmin. | | | | | | | | | | Oz | | | AR | AR | AR | AR | AR | AR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|------|------------|-------|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | (m) | (Ma) | (g/cm2/ky) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | | | | | | | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |

| Probe | Tiefe | Alter | AR | Qz | Fsp Glim.+ OzFsp Glim. | Pyrit | Gips Amph. | Apat. Glauk. | Sulf. | Kao Chl. | Illit | Chr. Tri. | Kalzit Su.Min. | AR | AR | AR | AR |
|-------|--------------------|--------|-------|-------|------------------------|-------|------------|--------------|-------|----------|-------|-----------|----------------|-----|-----|-----|------|
| | (m) | (Ma) | Geo. | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7988 | 37 - 1 / 60 - 62 | 344,10 | 3,029 | 9,20 | 11,7 | 6,1 | 12,1 | 1,9 | 12,1 | 0,0 | 1,5 | 3,1 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 33,6 |
| 7988 | 37 - 2 / 46 - 48 | 345,46 | 3,044 | 8,87 | 13,5 | 1,6 | 17,1 | 8,4 | 17,1 | 2,6 | | | 0,0 | 5,1 | 0,0 | 0,0 | 39,4 |
| 7988 | 38 - 1 / 17 - 19 | 353,27 | 3,132 | 7,38 | 8,1 | 5,6 | 10,8 | 1,5 | 10,8 | 0,0 | | | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 25,5 |
| 7988 | 38 - 2 / 40 - 42 | 355,00 | 3,151 | 7,71 | 10,2 | 0,0 | 11,7 | 1,6 | 11,7 | 2,2 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 24,2 |
| 7988 | 38 - 4 / 31 - 33 | 357,91 | 3,184 | 6,58 | 9,8 | 6,1 | 0,7 | 1,6 | 0,7 | 2,5 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16,6 |
| 7988 | 38 - 5 / 24 - 26 | 359,34 | 3,200 | 7,55 | 10,4 | 5,0 | 8,5 | 2,1 | 8,5 | 2,4 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23,9 |
| 7988 | 38 - 3 / 32 - 34 | 366,12 | 3,276 | 6,88 | 8,8 | 4,3 | 7,1 | 2,1 | 7,1 | 0,9 | 1,1 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 22,7 |
| 7988 | 39 - 4 / 85 - 87 | 368,15 | 3,299 | 6,65 | 9,1 | 4,9 | 15,8 | 1,9 | 15,8 | 2,7 | | | 0,0 | 3,9 | 0,0 | 0,0 | 33,7 |
| 7988 | 39 - 5 / 92 - 94 | 369,72 | 3,316 | 6,88 | 10,3 | 4,5 | 5,5 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,0 | 5,5 | 0,0 | 20,3 |
| 7988 | 39 - 6 / 127 - 129 | 371,57 | 3,337 | 7,12 | 8,9 | 5,4 | 14,8 | 1,7 | 14,8 | 1,5 | | | 5,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 35,6 |
| 7988 | 40 - 1 / 24 - 26 | 372,64 | 3,349 | 7,13 | 9,5 | 8,2 | 2,7 | 1,2 | 0,0 | 2,7 | | | 4,2 | 0,0 | 2,7 | 0,0 | 27,3 |
| 7988 | 40 - 2 / 23 - 25 | 374,13 | 3,366 | 7,00 | 9,3 | 0,0 | 17,3 | 17,3 | 2,7 | | | | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 27,5 |
| 7988 | 40 - 4 / 131 - 133 | 378,21 | 3,411 | 6,64 | 9,8 | 4,9 | 9,6 | 2,0 | 9,6 | 2,2 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 25,8 |
| 7988 | 41 - 3 / 60 - 65 | 385,60 | 3,494 | 6,85 | 9,3 | 8,8 | 5,2 | 1,1 | 5,2 | 2,4 | | | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27,6 |
| 7988 | 41 - 4 / 60 - 62 | 387,05 | 3,510 | 7,50 | 10,2 | 7,3 | 9,7 | 1,4 | 9,7 | 2,4 | | | 0,0 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 34,9 |
| 7988 | 41 - 5 / 61 - 66 | 388,52 | 3,527 | 8,33 | 9,2 | 5,7 | 13,3 | 1,6 | 13,3 | 2,9 | | | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 29,6 |
| 7988 | 41 - 6 / 20 - 22 | 389,58 | 3,539 | 7,63 | 12,3 | 6,9 | 7,0 | 1,8 | 0,0 | 2,5 | | | 0,0 | 1,7 | 7,0 | 0,0 | 30,3 |
| 7988 | 42 - 2 / 19 - 21 | 393,39 | 3,581 | 9,04 | 12,1 | 5,0 | 5,4 | 2,4 | 0,0 | 2,3 | | | 0,0 | 0,0 | 5,4 | 0,0 | 25,4 |
| 7988 | 42 - 3 / 20 - 25 | 394,90 | 3,598 | 10,07 | 11,1 | 10,0 | 3,3 | 1,1 | 3,3 | 1,2 | | | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 25,5 |
| 7988 | 42 - 4 / 16 - 18 | 396,36 | 3,615 | 10,39 | 13,8 | 6,7 | 5,4 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 2,7 | 5,4 | 0,0 | 31,1 |
| 7988 | 42 - 7 / 19 - 24 | 400,89 | 3,665 | 10,75 | 12,3 | 7,0 | 5,9 | 1,8 | 0,0 | 1,3 | | | 4,7 | 0,0 | 5,9 | 0,0 | 31,1 |
| 7988 | 43 - 2 / 80 - 85 | 403,70 | 3,687 | 10,17 | 10,4 | 4,6 | 11,8 | 2,3 | 11,8 | 0,0 | | | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 28,7 |
| 7988 | 43 - 4 / 50 - 55 | 406,40 | 3,727 | 10,42 | 9,0 | 16,3 | 6,7 | 0,6 | 0,0 | 2,5 | | | 0,0 | 2,2 | 6,7 | 0,0 | 34,2 |
| 7988 | 43 - 6 / 20 - 25 | 409,10 | 3,757 | 9,67 | 9,4 | 6,3 | 11,5 | 1,5 | 11,5 | 2,2 | | | 4,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,9 |
| 7988 | 44 - 2 / 40 - 45 | 412,76 | 3,798 | 9,63 | 8,0 | 5,6 | 26,5 | 1,4 | 26,5 | 0,0 | | | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 41,2 |
| 7988 | 44 - 7 / 50 - 55 | 419,82 | 3,878 | 10,58 | 10,8 | 4,2 | 5,1 | 2,6 | 0,0 | 1,3 | | | 4,1 | 0,0 | 5,1 | 0,0 | 24,2 |
| 7988 | 45 - 7 / 31 - 33 | 427,78 | 3,967 | 8,65 | 8,1 | 5,2 | 18,8 | 1,6 | 18,8 | 0,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 32,1 |
| 7988 | 46 - 3 / 110 - 112 | 434,32 | 4,040 | 9,97 | 10,1 | 14,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | | | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 28,6 |
| 7988 | 46 - 4 / 66 - 68 | 435,35 | 4,052 | 9,93 | 9,1 | 10,9 | 4,3 | 0,8 | 4,3 | 0,0 | | | 3,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27,6 |
| 7988 | 46 - 5 / 43 - 45 | 436,60 | 4,066 | 9,81 | 8,7 | 15,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 2,0 | | | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27,7 |
| 7988 | 46 - 6 / 112 - 114 | 438,75 | 4,090 | 10,96 | 8,4 | 0,0 | 14,4 | 14,4 | 0,0 | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 22,8 |
| 7988 | 47 - 1 / 26 - 28 | 440,26 | 4,107 | 9,12 | 9,6 | 12,1 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 2,5 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21,7 |
| 7988 | 47 - 2 / 7 - 9 | 441,55 | 4,121 | 9,48 | 10,7 | 10,8 | 5,1 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,0 | 5,1 | 0,0 | 26,6 |
| 7988 | 47 - 3 / 74 - 76 | 443,70 | 4,145 | 8,83 | 9,0 | 5,3 | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,3 |
| 7988 | 47 - 4 / 44 - 46 | 444,89 | 4,158 | 8,64 | 8,5 | 6,2 | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 2,7 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 17,2 |
| 7988 | 47 - 6 / 80 - 82 | 448,22 | 4,196 | 8,43 | 11,2 | 10,8 | 2,7 | 1,0 | 0,0 | 3,2 | | | 0,0 | 0,0 | 2,7 | 0,0 | 24,7 |
| 7988 | 48 - 1 / 44 - 46 | 450,04 | 4,216 | 10,80 | 9,5 | 8,9 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 18,4 |
| 7988 | 47 - 8 / 0 - 5 | 450,40 | 4,220 | 8,68 | 8,9 | 12,1 | 11,5 | 0,7 | 7,8 | 1,9 | | | 0,0 | 0,0 | 3,7 | 0,0 | 35,2 |
| 7988 | 48 - 2 / 21 - 23 | 451,31 | 4,230 | 10,15 | 10,4 | 7,5 | 10,5 | 1,4 | 10,5 | 2,3 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 28,4 |
| 7988 | 48 - 3 / 104 - 106 | 453,64 | 4,256 | 10,39 | 11,9 | 10,0 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23,8 |
| 7988 | 48 - 4 / 62 - 64 | 454,72 | 4,269 | 10,93 | 12,1 | 7,0 | 5,5 | 1,7 | 0,0 | 3,1 | | | 0,0 | 0,0 | 5,5 | 0,0 | 24,6 |
| 7988 | 48 - 5 / 97 - 99 | 456,57 | 4,289 | 11,40 | 10,4 | 10,2 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 1,8 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20,6 |
| 7988 | 49 - 1 / 63 - 65 | 459,91 | 4,327 | 11,98 | 12,0 | 16,2 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 32,0 |
| 7988 | 49 - 2 / 110 - 112 | 461,82 | 4,348 | 9,89 | 9,1 | 8,0 | 12,5 | 1,1 | 12,5 | 1,5 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 29,6 |

| Probe | Tiefe | Alter | AR | Qz | Fsp | Glim.+ | Qz/Fsp | Glim. | Pyrit | Gips | Amph. | Apat. | Glauk. | Sulf. | Kao | Chl. | Illit | Chr. | Tri. | Kalzit | Su.Min. | AR | AR | AR | AR |
|---------------------------|--------|-------|--------------------|------|------|--------------|--------|-------|-------|------|-------|-------|--------|----------------|-----|------|-------|------|------|--------|---------|------|------|-------|---------|
| | (m) | (Ma) | Ges. (g/cm2/ky) | (%) | (%) | Illit (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | Erzmin. (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | Qz | Fsp | Glim. | Su.Min. |
| 798B / 49 - 3 / 76 - 78 | 462,95 | 4,361 | 10,46 | 8,5 | 10,3 | 2,1 | 0,8 | 2,1 | 0,0 | | | | | | 3,3 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 24,2 | 0,89 | 1,08 | 0,22 | 2,53 |
| 798B / 49 - 4 / 112 - 114 | 464,76 | 4,381 | 10,11 | 8,1 | 7,2 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 15,3 | 0,82 | 0,73 | 0,00 | 1,55 |
| 798B / 49 - 6 / 110 - 112 | 467,65 | 4,413 | 12,33 | 12,9 | 7,5 | 9,8 | 1,7 | 9,8 | 2,4 | | | | | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 30,2 | 1,59 | 0,92 | 1,21 | 3,72 |
| 798B / 49 - 7 / 50 - 55 | 468,52 | 4,423 | 12,15 | 16,0 | 18,4 | 4,2 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 4,2 | | | 0,0 | 38,6 | 1,94 | 2,24 | 0,51 | 4,69 |
| 798B / 50 - 1 / 75 - 77 | 469,65 | 4,436 | 11,96 | 12,0 | 16,1 | 4,6 | 0,8 | 4,6 | 2,2 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 32,7 | 1,44 | 1,93 | 0,55 | 3,91 |
| 798B / 50 - 2 / 110 - 112 | 471,50 | 4,457 | 10,93 | 7,2 | 11,6 | 19,7 | 0,6 | 19,7 | 3,2 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 38,5 | 0,79 | 1,27 | 2,15 | 4,21 |
| 798B / 51 - 3 / 84 - 86 | 482,44 | 4,579 | 11,56 | 11,7 | 15,4 | 4,8 | 0,8 | 4,8 | 2,4 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 35,1 | 1,35 | 1,78 | 0,55 | 4,06 |
| 798B / 51 - 4 / 0 - 5 | 483,10 | 4,587 | 11,56 | 10,8 | 11,5 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | | | | | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,4 | | 0,0 | 22,3 | 1,25 | 1,33 | 0,00 | 2,58 |
| 798B / 51 - 6 / 86 - 88 | 486,96 | 4,630 | 12,19 | 10,9 | 13,5 | 13,9 | 0,8 | 13,9 | 0,0 | | | | | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 38,3 | 1,33 | 1,65 | 1,69 | 4,67 |
| 798B / 52 - 1 / 19 - 21 | 488,39 | 4,646 | 12,35 | 10,5 | 16,6 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 2,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 2,4 | 0,0 | 27,1 | 1,30 | 2,05 | 0,00 | 3,35 |
| 798B / 52 - 2 / 17 - 19 | 489,85 | 4,662 | 11,75 | 9,3 | 8,3 | 15,6 | 1,1 | 15,6 | 2,2 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 2,8 | 0,0 | 33,2 | 1,09 | 0,98 | 1,83 | 3,90 |
| 798B / 52 - 3 / 93 - 95 | 492,09 | 4,687 | 11,94 | 11,7 | 6,2 | 8,7 | 1,9 | 8,7 | 1,9 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 26,6 | 1,40 | 0,74 | 1,04 | 3,18 |
| 798B / 52 - 4 / 94 - 96 | 493,59 | 4,704 | 11,73 | 10,7 | 7,6 | 18,6 | 1,4 | 18,6 | 0,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 36,9 | 1,26 | 0,89 | 2,18 | 4,33 |
| 798B / 52 - 5 / 91 - 93 | 495,04 | 4,720 | 11,13 | 10,7 | 9,6 | 5,1 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 5,1 | 4,2 | 3,5 | 0,0 | 27,4 | 1,19 | 1,07 | 0,57 | 3,05 |
| 798B / 52 - 6 / 40 - 42 | 496,02 | 4,731 | 11,42 | 10,1 | 11,6 | 2,3 | 0,9 | 2,3 | 0,0 | | | | | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 26,2 | 1,15 | 1,33 | 0,26 | 2,99 |
| 798B / 53 - 1 / 121 - 123 | 499,11 | 4,766 | 11,77 | 10,0 | 6,5 | 1,7 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | | | | | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 3,8 | 2,4 | 0,0 | 18,2 | 1,18 | 0,77 | 0,20 | 2,14 |
| 798B / 53 - 3 / 0 - 5 | 500,90 | 4,786 | 11,47 | 8,6 | 9,8 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 3,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 6,1 | 0,0 | 18,4 | 0,99 | 1,12 | 0,00 | 2,11 |
| 798B / 53 - 4 / 56 - 58 | 502,96 | 4,809 | 11,57 | 10,0 | 8,0 | 1,9 | 1,3 | 0,0 | 4,6 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 4,0 | | 0,0 | 19,9 | 1,16 | 0,93 | 0,22 | 2,30 |
| 798B / 53 - 5 / 8 - 10 | 503,98 | 4,821 | 11,73 | 9,1 | 8,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | | | | | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 4,1 | 0,0 | 17,1 | 1,07 | 0,94 | 0,00 | 2,01 |
| 798B / 54 - 1 / 54 - 56 | 507,98 | 4,865 | 11,39 | 8,3 | 12,1 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 2,9 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 2,8 | 0,0 | 25,6 | 0,95 | 1,38 | 0,07 | 2,92 |
| 798B / 54 - 2 / 56 - 58 | 509,31 | 4,880 | 10,46 | 6,8 | 11,2 | 3,1 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | | | | | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 5,8 | 2,7 | 0,0 | 21,1 | 0,71 | 1,17 | 0,32 | 2,21 |
| 798B / 54 - 3 / 123 - 125 | 511,23 | 4,902 | 11,12 | 8,8 | 9,3 | 2,4 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 2,4 | | 3,8 | 0,0 | 23,4 | 0,98 | 1,03 | 0,27 | 2,60 |
| 798B / 54 - 4 / 131 - 133 | 512,62 | 4,917 | 11,90 | 9,8 | 8,1 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 17,9 | 1,17 | 0,96 | 0,00 | 2,13 |
| 798B / 54 - 5 / 92 - 94 | 513,60 | 4,928 | 11,84 | 9,0 | 16,6 | 2,9 | 0,5 | 0,0 | 2,9 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 2,9 | | 2,0 | 0,0 | 28,5 | 1,07 | 1,97 | 0,34 | 3,37 |
| 798B / 54 - 7 / 0 - 5 | 515,43 | 4,949 | 11,75 | 9,7 | 10,3 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 2,9 | | | | | | 5,6 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 25,6 | 1,14 | 1,21 | 0,00 | 3,01 |
| 798B / 54 - 8 / 55 - 57 | 517,24 | 4,969 | 11,75 | 10,6 | 6,1 | 2,9 | 1,7 | 0,0 | 2,1 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 2,9 | 5,4 | 2,3 | 0,0 | 19,6 | 1,25 | 0,72 | 0,34 | 2,30 |

| Probe | Tiefe (Log) | Opal gra. (m) | Kal (%) | Quarz (%) | Fsp (%) | Qz/Fsp | Glim.+ Illit (%) | Glim. (%) | Chl (%) | Illit (%) | Kao. (%) | Glauk. (%) | Anth. (%) | Su.Min. (%) |
|---------------------------|----------------|---------------------|------------|--------------|------------|--------|------------------------|--------------|------------|--------------|-------------|---------------|--------------|----------------|
| 798B / 13 - 1 / 0 - 30 | 113,65 | 13,00 | 0,0 | 14,9 | 9,7 | 1,5 | 15,4 | 10,5 | 3,4 | 4,9 | | | | 43,4 |
| 798B / 13 - 1 / 30 - 60 | 113,91 | | 3,5 | 13,5 | 6,8 | 2,0 | 4,2 | 0,0 | 1,9 | 4,2 | | | | 26,4 |
| 798B / 13 - 1 / 60 - 90 | 114,16 | | 4,1 | 13,5 | 9,7 | 1,4 | 3,7 | 0,0 | 1,2 | 3,7 | | | | 28,1 |
| 798B / 13 - 1 / 90 - 120 | 114,41 | 15,00 | 1,7 | 14,3 | 9,4 | 1,5 | 12,5 | 12,5 | 5,8 | 0,0 | | | | 42,0 |
| 798B / 13 - 2 / 0 - 25 | 114,66 | | 0,0 | 13,1 | 16,6 | 0,8 | 6,5 | 6,5 | 1,3 | 0,0 | | 6,8 | | 44,3 |
| 798B / 13 - 2 / 32 - 61 | 114,93 | 10,00 | 0,0 | 13,2 | 6,5 | 2,0 | 8,6 | 8,6 | 5,6 | 0,0 | | | | 33,9 |
| 798B / 13 - 2 / 61 - 100 | 115,17 | 10,00 | 0,0 | 13,4 | 7,4 | 1,8 | 15,0 | 15,0 | 3,2 | 0,0 | | | | 39,0 |
| 798B / 13 - 2 / 100 - 125 | 115,50 | 18,00 | 0,0 | 14,3 | 16,1 | 0,9 | 5,4 | 0,0 | 1,6 | 5,4 | | | | 37,4 |
| 798B / 13 - 2 / 125 - 150 | 115,72 | | 1,5 | 13,0 | 10,8 | 1,2 | 15,3 | 15,3 | 2,6 | 0,0 | | | | 41,7 |
| 798B / 13 - 3 / 0 - 30 | 115,93 | 8,00 | 3,2 | 10,7 | 4,4 | 2,4 | 12,4 | 12,4 | 1,2 | 0,0 | | | | 28,7 |
| 798B / 13 - 3 / 30 - 60 | 116,18 | 5,00 | 4,9 | 11,7 | 5,6 | 2,1 | 7,1 | 7,1 | 0,0 | 0,0 | 4,6 | | | 29,0 |
| 798B / 13 - 3 / 60 - 90 | 116,44 | 12,00 | 5,6 | 10,0 | 4,0 | 2,5 | 7,8 | 7,8 | 1,8 | 0,0 | | | | 23,6 |
| 798B / 13 - 3 / 90 - 120 | 116,69 | 16,00 | 3,7 | 9,7 | 5,5 | 1,8 | 16,7 | 16,7 | 0,0 | 0,0 | 3,3 | | 2,8 | 38,0 |
| 798B / 13 - 3 / 120 - 150 | 116,94 | | 3,2 | 10,2 | 8,0 | 1,3 | 7,6 | 7,6 | 0,0 | 0,0 | 3,5 | | | 29,3 |
| 798B / 13 - 4 / 0 - 30 | 117,20 | 18,00 | 2,5 | 11,0 | 5,2 | 2,1 | 16,2 | 16,2 | 0,0 | 0,0 | | | | 32,4 |
| 798B / 13 - 4 / 30 - 60 | 117,45 | | 3,0 | 12,9 | 10,2 | 1,3 | 11,8 | 11,8 | 5,0 | 0,0 | | | | 39,9 |
| 798B / 13 - 4 / 90 - 120 | 117,96 | 9,00 | 4,5 | 10,7 | 6,9 | 1,6 | 12,0 | 12,0 | 1,5 | 0,0 | | | | 31,1 |
| 798B / 13 - 4 / 120 - 150 | 118,21 | 10,00 | 1,8 | 10,3 | 5,7 | 1,8 | 9,1 | 9,1 | 1,0 | 0,0 | | | | 26,1 |
| 798B / 13 - 5 / 0 - 30 | 118,47 | | 1,2 | 11,4 | 5,2 | 2,2 | 9,1 | 9,1 | 3,7 | 0,0 | | | | 29,4 |
| 798B / 13 - 5 / 30 - 60 | 118,72 | 12,00 | 0,8 | 13,7 | 8,0 | 1,7 | 7,1 | 0,0 | 1,3 | 7,1 | | | | 30,1 |
| 798B / 13 - 5 / 60 - 90 | 118,97 | | 0,0 | 15,8 | 7,9 | 2,0 | 5,0 | 0,0 | 2,5 | 5,0 | | | | 31,2 |
| 798B / 13 - 5 / 90 - 120 | 119,23 | 10,00 | 0,0 | 12,4 | 9,3 | 1,3 | 8,0 | 8,0 | 2,9 | 0,0 | | | 2,8 | 35,4 |
| 798B / 13 - 5 / 120 - 150 | 119,48 | 11,00 | 2,5 | 11,9 | 9,4 | 1,3 | 7,4 | 7,4 | 0,0 | 0,0 | | | | 28,7 |
| 798B / 13 - 6 / 0 - 30 | 119,74 | 9,00 | 1,5 | 18,6 | 7,8 | 2,4 | 4,9 | 0,0 | 1,5 | 4,9 | | | | 32,8 |
| 798B / 13 - 6 / 30 - 60 | 119,99 | 11,00 | 3,4 | 17,8 | 8,6 | 2,1 | 6,4 | 0,0 | 1,7 | 6,4 | | | | 34,5 |
| 798B / 13 - 6 / 60 - 90 | 120,24 | | 3,7 | 14,4 | 7,5 | 1,9 | 16,5 | 16,5 | 2,2 | 0,0 | | | | 40,6 |
| 798B / 13 - 6 / 90 - 120 | 120,50 | 15,00 | 2,3 | 12,3 | 7,3 | 1,7 | 14,5 | 14,5 | 6,6 | 0,0 | | | | 40,7 |
| 798B / 13 - 6 / 120 - 150 | 120,75 | | 3,6 | 12,9 | 8,9 | 1,4 | 2,6 | 2,6 | 1,9 | 0,0 | | 8,8 | | 35,1 |
| 798B / 13 - 7 / 0 - 30 | 121,00 | | 4,3 | 11,3 | 15,8 | 0,7 | 10,0 | 10,0 | 3,0 | 0,0 | | | | 40,1 |
| 798B / 13 - 7 / 30 - 60 | 121,26 | 6,00 | 2,9 | 12,2 | 8,6 | 1,4 | 8,9 | 8,9 | 1,9 | 0,0 | | | | 31,6 |
| 798B / 13 - 7 / 60 - 90 | 121,51 | 11,00 | 4,0 | 11,6 | 6,6 | 1,8 | 3,6 | 3,6 | 5,5 | 0,0 | | | | 27,3 |
| 798B / 13 - 7 / 90 - 120 | 121,77 | 7,00 | 5,1 | 11,1 | 7,2 | 1,5 | 7,2 | 7,2 | 0,0 | 0,0 | 3,7 | | | 29,2 |
| 798B / 13 - 7 / 120 - 150 | 122,02 | | 0,9 | 13,2 | 9,1 | 1,5 | 12,2 | 12,2 | 4,4 | 0,0 | | | | 38,9 |
| 798B / 13 - 8 / 30 - 60 | 122,53 | 14,00 | 0,0 | 11,5 | 6,9 | 1,7 | 6,6 | 6,6 | 4,2 | 0,0 | | | | 29,2 |
| 798B / 13 - 8 / 60 - 90 | 122,78 | 16,00 | 0,0 | 10,2 | 7,3 | 1,4 | 6,0 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | | 7,4 | | 30,9 |
| 798B / 14 - 1 / 0 - 30 | 123,35 | 14,00 | 1,3 | 10,0 | 5,9 | 1,7 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 4,3 | | | 22,1 |
| 798B / 13 - cc / 0 - 22 | 123,05 | 18,00 | 0,0 | 9,1 | 5,8 | 1,6 | 10,9 | 10,9 | 1,7 | 0,0 | | | | 27,5 |
| 798B / 14 - 1 / 30 - 60 | 123,60 | 7,00 | 2,9 | 9,9 | 4,9 | 2,0 | 8,7 | 8,7 | 3,2 | 0,0 | | | | 26,7 |
| 798B / 14 - 1 / 60 - 90 | 123,85 | 10,00 | 2,2 | 12,4 | 6,6 | 1,9 | 3,5 | 0,0 | 0,8 | 3,5 | | | | 23,3 |
| 798B / 14 - 1 / 60 - 90 | 123,85 | 14,00 | 1,8 | 11,6 | 7,8 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,2 | | | 22,6 |
| 798B / 14 - 1 / 90 - 120 | 124,11 | 11,00 | 0,0 | 11,8 | 6,3 | 1,9 | 9,2 | 9,2 | 1,6 | 0,0 | | | | 28,9 |
| 798B / 14 - 1 / 90 - 120 | 124,11 | 14,00 | 1,3 | 13,8 | 9,0 | 1,5 | 10,6 | 0,0 | 0,0 | 10,6 | | | | 33,4 |
| 798B / 14 - 2 / 0 - 40 | 124,36 | 11,00 | 7,2 | 10,8 | 6,3 | 1,7 | 10,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | | | 31,1 |
| 798B / 14 - 2 / 0 - 40 | 124,36 | 9,00 | 6,9 | 10,2 | 6,8 | 1,5 | 8,0 | 8,0 | 0,0 | 0,0 | 3,4 | 7,0 | | 35,4 |
| 798B / 14 - 2 / 40 - 90 | 124,69 | 15,00 | 6,4 | 9,7 | 6,0 | 1,6 | 12,5 | 9,9 | 0,0 | 2,6 | | | | 28,2 |
| 798B / 14 - 2 / 90 - 120 | 125,11 | 10,00 | 9,2 | 10,8 | 6,2 | 1,7 | 5,5 | 5,5 | 4,1 | 0,0 | | | | 26,6 |
| 798B / 14 - 2 / 120 - 150 | 125,27 | 6,00 | 6,4 | 10,9 | 6,0 | 1,8 | 8,7 | 8,7 | 0,0 | 0,0 | | | | 25,6 |
| 798B / 14 - 2 / 120 - 150 | 125,27 | 9,00 | 7,9 | 10,5 | 6,4 | 1,6 | 16,0 | 13,4 | 0,0 | 2,6 | | | | 32,9 |
| 798B / 14 - 3 / 0 - 30 | 125,62 | 7,00 | 8,0 | 11,4 | 7,3 | 1,6 | 3,3 | 0,0 | 2,1 | 3,3 | | | | 24,1 |
| 798B / 14 - 3 / 0 - 30 | 125,62 | 8,00 | 9,4 | 9,4 | 12,3 | 0,8 | 6,6 | 6,6 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | | | 32,3 |
| 798B / 14 - 3 / 30 - 53 | 125,87 | 13,00 | 8,1 | 10,0 | 6,8 | 1,5 | 13,7 | 8,6 | 0,0 | 5,1 | | | | 30,5 |
| 798B / 14 - 3 / 75 - 108 | 126,25 | 7,00 | 6,1 | 12,0 | 7,9 | 1,5 | 11,0 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 4,8 | | | 35,7 |
| 798B / 14 - 3 / 116 - 150 | 126,59 | 7,00 | 5,0 | 10,8 | 8,9 | 1,2 | 11,7 | 8,9 | 0,9 | 2,8 | | | | 32,3 |
| 798B / 14 - 4 / 0 - 30 | 126,88 | 3,00 | 6,0 | 12,1 | 7,5 | 1,6 | 1,9 | 1,9 | 5,0 | 0,0 | | | | 26,5 |
| 798B / 14 - 4 / 30 - 60 | 127,13 | 8,00 | 5,5 | 12,8 | 5,3 | 2,4 | 3,5 | 0,0 | 1,0 | 3,5 | | | | 22,6 |
| 798B / 14 - 4 / 60 - 90 | 127,38 | 13,00 | 9,0 | 8,9 | 8,7 | 1,0 | 6,5 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | | | | 24,1 |
| 798B / 14 - 4 / 90 - 120 | 127,63 | 6,00 | 5,5 | 8,8 | 6,0 | 1,5 | 14,1 | 9,7 | 0,0 | 4,4 | | | | 28,9 |
| 798B / 14 - 4 / 120 - 150 | 127,88 | 13,00 | 4,0 | 11,1 | 6,5 | 1,7 | 9,3 | 9,3 | 4,4 | 0,0 | | | | 31,3 |

| Probe | Tiefe (Log) | Opal gra. | Kal | Quarz | Fsp | Qz/Fsp | Glim.+ Illit | Glim. | Chl | Illit | Kao. | Glauk. | Anth. | Su.Min. |
|---------------------------|----------------|--------------|-----|-------|------|--------|-----------------|-------|-----|-------|------|--------|-------|---------|
| | (m) | (%) | (%) | (%) | (%) | | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| 798B / 14 - 5 / 0 - 30 | 128,13 | 9,00 | 4,5 | 10,2 | 6,6 | 1,5 | 8,8 | 8,8 | 0,0 | 0,0 | | | | 25,6 |
| 798B / 14 - 5 / 0 - 30 | 128,13 | 11,00 | 5,3 | 10,3 | 6,3 | 1,6 | 9,2 | 9,2 | 0,8 | 0,0 | | | | 26,6 |
| 798B / 14 - 5 / 30 - 60 | 128,39 | 18,00 | 3,2 | 10,4 | 2,2 | 4,7 | 9,1 | 9,1 | 0,0 | 0,0 | | | | 21,7 |
| 798B / 14 - 5 / 60 - 90 | 128,64 | 17,00 | 4,7 | 7,9 | 5,4 | 1,5 | 7,5 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | | | | 20,8 |
| 798B / 14 - 5 / 90 - 120 | 128,89 | 21,00 | 4,7 | 5,7 | 14,4 | 0,4 | 9,2 | 9,2 | 0,0 | 0,0 | | | | 29,3 |
| 798B / 14 - 5 / 120 - 150 | 129,14 | 14,00 | 5,4 | 8,3 | 7,7 | 1,1 | 9,6 | 9,6 | 0,0 | 0,0 | 5,5 | | | 31,1 |
| 798B / 14 - 6 / 0 - 30 | 129,39 | 18,00 | 3,3 | 8,9 | 0,0 | 0,0 | 12,8 | 12,8 | 0,0 | 0,0 | | | | 21,7 |
| 798B / 14 - 6 / 30 - 60 | 129,65 | 14,00 | 2,2 | 11,9 | 5,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 0,0 | | 6,8 | | 25,4 |
| 798B / 14 - 6 / 60 - 90 | 129,90 | 9,00 | 0,0 | 12,6 | 6,7 | 1,9 | 3,0 | 0,0 | 1,4 | 3,0 | | | | 23,7 |
| 798B / 14 - 6 / 90 - 120 | 130,15 | 21,00 | 0,0 | 11,5 | 10,0 | 1,2 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 7,0 | 5,0 | | | 33,5 |
| 798B / 14 - 6 / 120 - 150 | 130,40 | 20,00 | 0,0 | 12,7 | 8,0 | 1,6 | 12,9 | 12,9 | 1,1 | 0,0 | | | | 34,7 |
| 798B / 14 - 7 / 0 - 30 | 130,65 | 13,00 | 3,0 | 11,0 | 6,2 | 1,8 | 14,1 | 14,1 | 0,0 | 0,0 | 2,3 | | | 33,6 |
| 798B / 14 - 7 / 30 - 60 | 130,90 | 13,00 | 4,0 | 12,2 | 7,6 | 1,6 | 11,9 | 11,9 | 1,0 | 0,0 | | | | 32,7 |
| 798B / 14 - 7 / 60 - 97 | 131,16 | 13,00 | 3,3 | 13,4 | 5,9 | 2,3 | 3,8 | 0,0 | 3,1 | 3,8 | | | | 26,2 |
| 798B / 14 - 7 / 137 - 150 | 131,74 | 10,00 | 3,2 | 15,5 | 7,2 | 2,2 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 7,3 | | | 34,3 |
| 798B / 14 - 7 / 137 - 150 | 131,74 | 10,00 | 2,7 | 14,2 | 5,9 | 2,4 | 11,2 | 11,2 | 1,2 | 0,0 | | | | 32,5 |
| 798B / 14 - 8 / 0 - 30 | 132,00 | 9,00 | 2,4 | 13,8 | 7,3 | 1,9 | 4,3 | 0,0 | 2,0 | 4,3 | | | | 27,4 |
| 798B / 14 - 8 / 0 - 30 | 132,00 | 11,00 | 2,6 | 14,0 | 9,1 | 1,5 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 8,5 | | | 36,6 |
| 798B / 14 - 8 / 30 - 60 | 132,25 | 11,00 | 0,0 | 15,2 | 8,1 | 1,9 | 5,8 | 0,0 | 2,6 | 5,8 | | | | 31,7 |
| 798B / 14 - 8 / 60 - 90 | 132,50 | 11,00 | 2,4 | 12,8 | 8,1 | 1,6 | 12,9 | 12,9 | 5,1 | 0,0 | | | | 38,9 |
| 798B / 15 - 1 / 0 - 30 | 133,05 | | 1,6 | 10,7 | 7,1 | 1,5 | 2,7 | 0,0 | 5,1 | 2,7 | | | | 25,6 |
| 798B / 15 - 1 / 30 - 60 | 133,31 | 11,00 | 1,1 | 10,8 | 5,5 | 2,0 | 6,6 | 6,6 | 1,0 | 0,0 | | | | 23,9 |
| 798B / 15 - 1 / 60 - 90 | 133,56 | | 1,7 | 11,7 | 7,5 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | 19,2 |
| 798B / 14 - 8 / 110 - 135 | 133,75 | 10,00 | 2,2 | 12,6 | 5,2 | 2,4 | 12,3 | 12,3 | 5,3 | 0,0 | | | | 35,4 |
| 798B / 14 - 8 / 110 - 135 | 133,75 | 7,00 | 2,4 | 11,7 | 6,0 | 2,0 | 16,3 | 16,3 | 2,7 | 0,0 | | | | 36,7 |
| 798B / 15 - 1 / 90 - 116 | 133,81 | | 2,3 | 10,8 | 6,9 | 1,6 | 8,0 | 5,9 | 0,0 | 2,1 | 2,0 | | | 27,7 |
| 798B / 15 - 2 / 0 - 30 | 134,03 | 11,00 | 0,0 | 11,4 | 4,9 | 2,3 | 9,7 | 9,7 | 0,0 | 0,0 | 4,2 | | | 30,2 |
| 798B / 15 - 2 / 30 - 80 | 134,29 | 16,00 | 0,0 | 12,5 | 8,3 | 1,5 | 11,9 | 11,9 | 4,0 | 0,0 | | 5,3 | | 42,0 |
| 798B / 15 - 2 / 80 - 120 | 134,71 | 8,00 | 0,0 | 13,1 | 5,2 | 2,5 | 12,5 | 12,5 | 1,0 | 0,0 | | | | 31,8 |
| 798B / 15 - 2 / 120 - 150 | 135,05 | 10,00 | 1,2 | 10,8 | 4,3 | 2,5 | 10,0 | 10,0 | 1,0 | 0,0 | 2,3 | | | 28,4 |
| 798B / 15 - 3 / 0 - 30 | 135,31 | | 3,5 | 11,2 | 7,3 | 1,5 | 8,7 | 8,7 | 4,9 | 0,0 | | | | 32,1 |
| 798B / 15 - 3 / 30 - 60 | 135,56 | | 3,5 | 11,8 | 6,1 | 1,9 | 10,6 | 10,6 | 0,9 | 0,0 | | | | 29,4 |
| 798B / 15 - 3 / 60 - 90 | 135,81 | | 2,6 | 12,0 | 8,1 | 1,5 | 4,8 | 4,8 | 4,6 | 0,0 | | | | 29,5 |
| 798B / 15 - 3 / 90 - 120 | 136,07 | | 3,4 | 13,9 | 4,4 | 3,2 | 21,0 | 21,0 | 5,4 | 0,0 | | | | 44,7 |
| 798B / 15 - 3 / 120 - 150 | 136,32 | | 4,4 | 11,8 | 6,0 | 2,0 | 6,6 | 6,6 | 1,0 | 0,0 | | | | 25,4 |
| 798B / 15 - 4 / 0 - 30 | 136,58 | | 3,7 | 12,2 | 6,5 | 1,9 | 3,5 | 0,0 | 1,6 | 3,5 | | | 2,5 | 26,3 |
| 798B / 15 - 4 / 30 - 60 | 136,83 | 10,00 | 3,3 | 14,1 | 8,8 | 1,6 | 15,7 | 15,7 | 1,7 | 0,0 | 4,7 | | | 45,0 |
| 798B / 15 - 4 / 60 - 90 | 137,09 | 10,00 | 2,3 | 13,6 | 4,7 | 2,9 | 15,8 | 15,8 | 2,7 | 0,0 | | | | 36,8 |
| 798B / 15 - 4 / 90 - 120 | 137,34 | 10,00 | 1,7 | 12,4 | 5,6 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | | | | 20,0 |
| 798B / 15 - 4 / 120 - 150 | 137,59 | 16,00 | 1,9 | 11,6 | 4,0 | 2,9 | 11,7 | 11,7 | 2,8 | 0,0 | | | | 30,1 |
| 798B / 15 - 5 / 0 - 30 | 137,85 | 20,00 | 3,2 | 10,1 | 5,3 | 1,9 | 9,2 | 9,2 | 1,9 | 0,0 | | | | 26,5 |
| 798B / 15 - 5 / 30 - 60 | 138,10 | 18,00 | 4,2 | 9,9 | 3,8 | 2,6 | 11,1 | 11,1 | 3,9 | 0,0 | | | | 28,7 |
| 798B / 15 - 5 / 60 - 90 | 138,36 | | 5,9 | 8,5 | 3,3 | 2,6 | 15,1 | 15,1 | 0,0 | 0,0 | | | | 26,9 |
| 798B / 15 - 5 / 90 - 117 | 138,61 | 14,00 | 5,2 | 9,0 | 5,4 | 1,7 | 9,4 | 9,4 | 1,5 | 0,0 | | | | 25,3 |
| 798B / 15 - 6 / 0 - 30 | 139,12 | | 2,5 | 9,6 | 4,5 | 2,1 | 7,8 | 7,8 | 3,5 | 0,0 | | | | 25,4 |
| 798B / 15 - 6 / 30 - 60 | 139,37 | 13,00 | 3,9 | 10,1 | 5,6 | 1,8 | 9,6 | 9,6 | 0,0 | 0,0 | | | | 25,3 |
| 798B / 15 - 6 / 60 - 90 | 139,63 | | 3,9 | 10,2 | 5,5 | 1,9 | 12,1 | 12,1 | 4,5 | 0,0 | | | | 32,3 |
| 798B / 15 - 6 / 90 - 120 | 139,88 | 15,00 | 3,0 | 11,5 | 5,8 | 2,0 | 12,3 | 12,3 | 5,6 | 0,0 | | | | 35,2 |
| 798B / 15 - 6 / 120 - 150 | 140,14 | 10,00 | 4,8 | 10,8 | 4,0 | 2,7 | 8,8 | 8,8 | 2,6 | 0,0 | | | | 26,2 |
| 798B / 15 - 7 / 0 - 30 | 140,39 | 6,00 | 6,2 | 9,3 | 5,6 | 1,7 | 11,2 | 11,2 | 3,5 | 0,0 | | | | 29,6 |
| 798B / 15 - 7 / 30 - 53 | 140,65 | 21,00 | 5,2 | 9,0 | 4,5 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | 13,5 |
| 798B / 15 - 7 / 53 - 90 | 140,84 | | 3,2 | 11,4 | 6,0 | 1,9 | 16,2 | 12,1 | 0,0 | 4,1 | | | | 33,6 |
| 798B / 15 - 7 / 90 - 120 | 141,15 | 6,00 | 0,0 | 15,1 | 7,5 | 2,0 | 4,7 | 0,0 | 4,7 | 4,7 | | | | 32,0 |
| 798B / 15 - 7 / 120 - 150 | 141,41 | | 0,0 | 15,2 | 5,6 | 2,7 | 13,9 | 9,7 | 1,3 | 4,2 | | | | 36,0 |
| 798B / 15 - 8 / 30 - 60 | 141,92 | 10,00 | 1,8 | 15,5 | 7,7 | 2,0 | 11,7 | 9,4 | 2,4 | 2,3 | | | | 37,3 |
| 798B / 15 - 8 / 60 - 90 | 142,17 | | 2,2 | 11,7 | 6,9 | 1,7 | 7,8 | 7,8 | 0,9 | 0,0 | | | | 27,3 |
| 798B / 15 - 9 / 0 - 27 | 142,45 | | 1,5 | 15,2 | 8,6 | 1,8 | 4,5 | 0,0 | 1,3 | 4,5 | | | | 29,6 |

| Probe | Tiefe (m) | Alter (Ma) | AR (g/cm2/ky) | Ton (%) | Silt (%) | Sand (%) | S/T | AR | AR | Silt (g/cm2/ky) | AR | AR | Silt (g/cm2/ky) | Medi. Mean (Phi°) | Sort. | Schiefe | Kurt. | Modahwert g. m. f. | Ton: | |
|---------------|--------------|---------------|------------------|------------|-------------|-------------|------|-------|--------|--------------------|----|----|--------------------|----------------------|------------|-------------|---------|-----------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Smek. (%) | Illit Chlo. Kao. (%) |
| 799A / 2 - 3/ | 72 | 4,90 0,056 | 5,538 | 24,7 | 75,0 | 0,3 | 3,04 | 1,367 | 4,156 | 0,015 | | | | 6,63 6,81 0,82 | 0,30 0,93 | | 6,4 8,0 | | 15,9 58,3 18,8 | 7,0 |
| 799A / 2 - 5/ | 91 | 8,08 0,093 | 7,099 | 19,0 | 80,1 | 0,9 | 4,23 | 1,346 | 5,690 | 0,064 | | | | 6,33 6,52 0,89 | 0,31 1,11 | 4,6 6,1 7,5 | | 5,8 63,4 21,7 | 9,2 | |
| 799A / 2 - 7/ | 24 | 10,43 0,120 | 4,809 | 43,6 | 54,8 | 1,6 | 1,26 | 2,098 | 2,636 | 0,075 | | | | 6,33 6,52 0,89 | 0,31 1,11 | 6,0 7,4 | | 12,6 59,2 18,0 | 10,2 | |
| 799A / 3 - 1/ | 11 | 10,81 0,124 | 4,205 | 41,7 | 57,2 | 1,2 | 1,37 | 1,752 | 2,403 | 0,050 | | | | 7,17 7,14 0,98 | -0,09 0,91 | 6,4 7,8 | | 15,7 58,3 16,6 | 9,4 | |
| 799A / 3 - 3/ | 10 | 13,80 0,159 | 6,863 | 36,9 | 62,2 | 0,9 | 1,68 | 2,534 | 4,269 | 0,060 | | | | 6,46 6,65 0,90 | 0,27 1,02 | 6,2 7,4 | | 11,8 60,6 17,7 | 9,9 | |
| 799A / 3 - 5/ | 12 | 16,82 0,193 | 7,055 | 32,0 | 67,6 | 0,3 | 2,11 | 2,259 | 4,772 | 0,025 | | | | 6,57 6,72 0,75 | 0,29 1,12 | 6,4 7,8 | | 10,8 63,3 16,5 | 9,4 | |
| 799A / 3 - 7/ | 10 | 19,80 0,228 | 7,610 | 30,4 | 68,3 | 1,4 | 2,25 | 2,311 | 5,194 | 0,105 | | | | 7,32 7,39 1,03 | 0,03 0,91 | 7,2 8,8 | | 17,3 54,0 19,1 | 9,6 | |
| 799A / 4 - 2/ | 48 | 22,28 0,256 | 8,074 | 34,0 | 65,8 | 0,3 | 1,94 | 2,743 | 5,309 | 0,021 | | | | 7,36 7,21 0,95 | -0,22 0,85 | 6,6 7,6 | | 17,9 54,6 19,2 | 8,4 | |
| 799A / 4 - 2/ | 60 | 22,40 0,258 | 8,074 | 38,6 | 61,3 | 0,1 | 1,59 | 3,115 | 4,950 | 0,009 | | | | 7,47 7,37 0,99 | -0,19 0,91 | 6,8 7,4 | | 19,4 54,5 16,7 | 9,3 | |
| 799A / 4 - 3/ | 20 | 23,50 0,270 | 5,714 | 34,2 | 65,0 | 0,8 | 1,90 | 1,966 | 3,715 | 0,044 | | | | 6,58 6,84 0,97 | 0,38 0,91 | 6,4 7,8 | | 17,5 58,1 15,9 | 8,5 | |
| 799A / 4 - 5/ | 20 | 26,50 0,298 | 9,040 | 26,3 | 73,5 | 0,3 | 2,80 | 2,375 | 6,640 | 0,025 | | | | 7,25 7,21 0,92 | -0,08 0,88 | 6,4 7,8 | | 11,9 60,0 17,8 | 10,2 | |
| 799A / 5 - 1/ | 31 | 30,20 0,330 | 12,089 | 33,7 | 65,1 | 1,2 | 1,93 | 4,071 | 7,872 | 0,146 | | | | 6,26 6,42 0,87 | 0,27 1,21 | 6,2 7,8 | | 12,4 60,9 18,3 | 8,4 | |
| 799A / 5 - 2/ | 20 | 31,59 0,343 | 9,532 | 39,7 | 59,6 | 0,7 | 1,50 | 3,786 | 5,679 | 0,067 | | | | 6,99 7,00 0,92 | -0,01 0,85 | 6,4 7,6 | | 20,7 52,0 17,8 | 9,5 | |
| 799A / 5 - 2/ | 92 | 32,29 0,349 | 9,532 | 18,9 | 80,0 | 1,1 | 4,23 | 1,804 | 7,627 | 0,100 | | | | 6,58 6,72 1,06 | 0,15 0,86 | 4,8 6,2 7,8 | | 17,5 54,9 17,6 | 10,0 | |
| 799A / 5 - 2/ | 108 | 32,45 0,350 | 9,532 | 64,4 | 35,2 | 0,4 | 0,55 | 6,137 | 3,359 | 0,035 | | | | 6,90 6,96 0,88 | 0,10 0,83 | 6,4 8,0 | | 17,6 56,1 17,8 | 8,6 | |
| 799A / 5 - 4/ | 20 | 34,59 0,369 | 7,911 | 42,3 | 57,2 | 0,5 | 1,35 | 3,348 | 4,925 | 0,038 | | | | 7,12 7,03 1,00 | -0,13 0,83 | 6,0 7,8 | | 32,3 46,9 12,9 | 7,9 | |
| 799A / 5 - 5/ | 20 | 36,09 0,382 | 9,880 | 44,3 | 54,0 | 1,7 | 1,22 | 4,381 | 5,330 | 0,169 | | | | 6,45 6,60 0,80 | 0,30 1,29 | 6,4 8,2 | | 9,8 64,9 16,4 | 8,9 | |
| 799A / 5 - 6/ | 20 | 37,59 0,395 | 11,744 | 24,6 | 75,2 | 0,3 | 3,06 | 2,886 | 8,827 | 0,031 | | | | 6,65 6,81 0,81 | 0,29 1,12 | 6,4 7,8 | | 8,0 66,2 16,7 | 9,2 | |
| 799A / 5 - 7/ | 10 | 39,00 0,407 | 9,933 | 20,1 | 79,4 | 0,5 | 3,96 | 1,994 | 7,885 | 0,054 | | | | 6,55 6,62 0,73 | 0,23 1,49 | 6,6 8,2 | | 15,9 58,4 16,1 | 9,7 | |
| 799A / 6 - 1/ | 115 | 40,81 0,421 | 8,572 | 24,9 | 74,7 | 0,4 | 2,99 | 2,139 | 6,401 | 0,032 | | | | 6,57 6,76 0,90 | 0,26 1,04 | 6,4 7,9 | | 18,2 55,6 17,1 | 9,1 | |
| 799A / 6 - 3/ | 37 | 42,86 0,441 | 9,857 | 30,7 | 68,6 | 0,8 | 2,23 | 3,025 | 6,757 | 0,075 | | | | 7,48 7,38 1,01 | -0,18 0,89 | 6,4 7,8 | | 12,9 57,2 18,8 | 11,1 | |
| 799A / 6 - 6/ | 133 | 48,28 0,480 | 15,193 | 28,0 | 72,0 | 0,1 | 2,57 | 4,247 | 10,932 | 0,015 | | | | 6,46 6,65 0,84 | 0,36 1,28 | 6,4 7,9 | | 13,3 60,1 17,5 | 9,1 | |
| 799A / 7 - 1/ | 34 | 49,42 0,487 | 16,351 | 11,2 | 56,4 | 32,3 | 5,03 | 1,895 | 9,229 | 5,287 | | | | 6,52 6,69 0,87 | 0,25 1,03 | 6,3 7,8 | | 19,3 59,0 13,8 | 7,9 | |
| 799A / 7 - 3/ | 40 | 52,48 0,506 | 15,315 | 25,0 | 74,4 | 0,6 | 2,97 | 3,830 | 11,387 | 0,097 | | | | 6,48 6,64 0,89 | 0,25 1,49 | 4,5 6,5 8,0 | | 16,7 57,2 17,0 | 9,2 | |
| 799A / 7 - 4/ | 40 | 53,98 0,515 | 15,528 | 28,5 | 67,4 | 4,1 | 2,36 | 4,427 | 10,462 | 0,638 | | | | 6,44 6,65 0,90 | 0,31 1,03 | 6,3 7,7 | | 19,6 55,8 14,8 | 9,9 | |
| 799A / 7 - 4/ | 147 | 55,00 0,521 | 15,528 | 46,4 | 53,0 | 0,6 | 1,14 | 7,200 | 8,236 | 0,092 | | | | 7,48 7,32 0,93 | -0,26 0,94 | 5,0 6,2 8,0 | | 16,2 52,4 19,1 | 12,3 | |
| 799A / 7 - 5/ | 42 | 55,50 0,524 | 13,141 | 44,2 | 55,3 | 0,5 | 1,25 | 5,807 | 7,273 | 0,062 | | | | 6,75 6,92 0,96 | 0,23 0,93 | 6,4 8,2 | | 14,9 60,6 15,5 | 9,0 | |
| 799A / 7 - 7/ | 38 | 58,46 0,543 | 14,027 | 37,5 | 61,9 | 0,6 | 1,65 | 5,254 | 8,683 | 0,090 | | | | 6,21 6,42 1,03 | 0,27 1,05 | 6,8 7,7 | | 19,7 57,5 14,5 | 8,3 | |
| 799A / 8 - 2/ | 19 | 60,38 0,554 | 13,434 | 21,7 | 76,3 | 2,0 | 3,51 | 2,918 | 10,250 | 0,265 | | | | 6,49 6,67 0,94 | 0,28 1,06 | 6,3 8,0 | | 25,2 54,9 12,9 | 7,0 | |
| 799A / 8 - 2/ | 62 | 60,78 0,557 | 13,434 | 33,0 | 61,6 | 5,4 | 1,87 | 4,431 | 8,273 | 0,730 | | | | 6,40 6,55 0,77 | 0,35 1,10 | 6,3 7,3 | | 18,0 58,0 16,1 | 7,8 | |
| 799A / 8 - 2/ | 70 | 60,86 0,557 | 13,434 | 35,0 | 64,5 | 0,5 | 1,84 | 4,701 | 8,660 | 0,072 | | | | 7,21 7,11 1,03 | -0,16 0,90 | 6,8 7,6 | | 15,1 59,7 16,3 | 8,9 | |
| 799A / 8 - 3/ | 148 | 63,14 0,571 | 13,986 | 36,6 | 61,0 | 2,4 | 1,67 | 5,122 | 8,535 | 0,329 | | | | 6,61 6,77 0,88 | 0,24 1,21 | 4,5 6,6 8,0 | | 21,0 51,4 17,3 | 10,3 | |
| 799A / 8 - 5/ | 70 | 65,36 0,585 | 12,205 | 40,1 | 59,3 | 0,6 | 1,48 | 4,884 | 7,232 | 0,309 | | | | 6,68 6,68 0,60 | 0,03 1,46 | 4,6 6,8 8,3 | | 7,0 62,4 19,8 | 10,8 | |
| 799A / 8 - 7/ | 3 | 67,73 0,599 | 16,953 | 26,4 | 71,8 | 1,8 | 2,72 | 4,470 | 12,173 | 0,309 | | | | 6,30 6,36 0,66 | 0,27 1,63 | 6,3 7,7 | | 17,2 53,6 19,2 | 10,0 | |
| 799A / 9 - 1/ | 14 | 68,43 0,604 | 12,122 | 13,2 | 67,4 | 19,4 | 5,09 | 1,604 | 8,167 | 2,352 | | | | 6,29 6,46 0,96 | 0,25 1,36 | 4,5 6,2 7,7 | | 17,3 56,7 15,8 | 10,2 | |
| 799A / 9 - 3/ | 11 | 71,40 0,622 | 14,182 | 20,9 | 50,9 | 28,2 | 2,44 | 2,960 | 7,224 | 3,998 | | | | 6,39 6,57 0,96 | 0,23 1,35 | 4,4 6,3 8,3 | | 28,7 48,8 14,2 | 8,3 | |
| 799A / 9 - 3/ | 150 | 72,73 0,630 | 14,182 | 34,0 | 64,5 | 1,5 | 1,90 | 4,824 | 9,146 | 0,212 | | | | 6,54 6,68 0,82 | 0,26 1,33 | 5,6 6,5 8,1 | | 15,7 60,7 15,8 | 7,8 | |
| 799A / 9 - 5/ | 117 | 75,42 0,647 | 16,368 | 26,5 | 73,0 | 0,5 | 2,76 | 4,330 | 11,955 | 0,083 | | | | | | | | | | |

| Probe | | | Tiefe | Alter | AR | Ton | Silt | Sand | S/T | AR | AR | AR | Silt: | | | | | | Ton: | | | | | | |
|-------|-----------|-----|--------|-------|-------|------|-------|------|-------|---------|-------|-----------|-------|------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------------|--------|-----|----|
| | | | Verh. | Ton | Silt | Sand | Medi. | Mean | Sort. | Schiefe | Kurt. | Modalwert | | | Smek. | Illit | Chlo. | Kao. | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | (m) | (Ma) | (g/cm2/ky) | | | | | (%) | (%) | (%) | (g/cm2/ky) | (Phi°) | g. | m. |
| 799A | / 23 - 3/ | 29 | 206,78 | 3,068 | 3,172 | 47,9 | 51,5 | 0,6 | 1,08 | 1,519 | 1,635 | 0,018 | 6,29 | 6,35 | 0,64 | 0,27 | 1,54 | 6,3 | 8,0 | | | | | | |
| 799A | / 23 - 5/ | 26 | 209,75 | 3,122 | 3,536 | 44,6 | 54,7 | 0,7 | 1,23 | 1,576 | 1,935 | 0,025 | 6,06 | 6,36 | 0,89 | 0,53 | 1,11 | 6,0 | 7,8 | 26,7 | 47,9 | 15,8 | 9,5 | | |
| 799A | / 23 - 7/ | 20 | 212,70 | 3,176 | 3,462 | 37,2 | 60,0 | 2,7 | 1,61 | 1,289 | 2,077 | 0,095 | 7,28 | 7,23 | 0,98 | -0,09 | 0,74 | 5,1 | 6,2 | 8,2 | | | | | |
| 799A | / 24 - 1/ | 90 | 214,00 | 3,199 | 3,853 | 32,6 | 66,9 | 0,5 | 2,05 | 1,258 | 2,576 | 0,019 | 7,40 | 7,31 | 0,94 | -0,14 | 0,87 | 5,0 | 6,1 | 7,9 | 34,6 | 43,7 | 14,4 | 7,3 | |
| 799A | / 24 - 3/ | 97 | 217,07 | 3,255 | 4,051 | 42,3 | 57,6 | 0,1 | 1,36 | 1,713 | 2,332 | 0,006 | 6,32 | 6,55 | 0,85 | 0,39 | 0,95 | 6,1 | 7,5 | | | | | | |
| 799A | / 24 - 5/ | 99 | 220,09 | 3,310 | 3,536 | 41,1 | 58,7 | 0,2 | 1,43 | 1,455 | 2,074 | 0,007 | 7,46 | 7,34 | 0,93 | -0,20 | 0,78 | 6,4 | 7,7 | 52,9 | 30,7 | 10,5 | 6,0 | | |
| 799A | / 25 - 1/ | 104 | 223,83 | 3,379 | 6,806 | 7,8 | 63,2 | 29,0 | 8,09 | 0,531 | 4,300 | 1,974 | 7,83 | 7,68 | 1,02 | -0,34 | 0,84 | 4,4 | 7,0 | 8,2 | | | | | |
| 799A | / 25 - 3/ | 110 | 226,89 | 3,422 | 5,588 | 35,2 | 64,3 | 0,4 | 1,82 | 1,970 | 3,595 | 0,024 | 8,03 | 7,79 | 0,74 | -0,46 | 0,75 | 6,8 | 8,5 | | | | | | |
| 799A | / 25 - 5/ | 113 | 229,92 | 3,441 | 5,077 | 33,3 | 64,4 | 2,3 | 1,93 | 1,689 | 3,269 | 0,119 | 5,79 | 5,80 | 0,61 | 0,16 | 1,65 | | 7,3 | 39,0 | 42,0 | 12,1 | 6,9 | | |
| 799A | / 25 - 6/ | 19 | 230,49 | 3,465 | 5,178 | 44,1 | 55,1 | 0,8 | 1,25 | 2,284 | 2,855 | 0,040 | 7,54 | 7,44 | 0,92 | -0,18 | 0,83 | 4,8 | 6,1 | 7,3 | 63,2 | 24,0 | 8,1 | 4,8 | |
| 799A | / 25 - 7/ | 43 | 232,23 | 3,486 | 4,879 | 36,5 | 62,7 | 0,7 | 1,72 | 1,783 | 3,059 | 0,036 | 6,81 | 6,83 | 1,00 | 0,00 | 0,87 | 6,3 | 7,8 | 46,6 | 34,3 | 12,4 | 6,6 | | |
| 799A | / 27 - 3/ | 108 | 245,48 | 3,644 | 4,864 | 25,9 | 73,4 | 0,7 | 2,83 | 1,260 | 3,571 | 0,033 | 7,33 | 7,13 | 1,08 | -0,28 | 0,86 | 4,9 | 6,5 | 7,5 | | | | | |
| 799A | / 29 - 3/ | 21 | 254,11 | 3,746 | 4,626 | 25,1 | 72,1 | 2,8 | 2,87 | 1,163 | 3,334 | 0,129 | 7,40 | 7,28 | 0,94 | -0,20 | 0,90 | 4,5 | 6,3 | 7,9 | | | | | |
| 799A | / 31 - 1/ | 15 | 270,34 | 3,939 | 5,359 | 26,7 | 71,5 | 1,8 | 2,67 | 1,433 | 3,831 | 0,096 | 7,25 | 7,17 | 1,07 | -0,19 | 1,00 | 4,7 | 6,4 | 7,7 | | | | | |
| 799A | / 31 - 3/ | 112 | 274,25 | 3,986 | 5,359 | 32,4 | 66,3 | 1,3 | 2,05 | 1,737 | 3,555 | 0,067 | 7,52 | 7,37 | 0,99 | -0,24 | 0,94 | 4,6 | 6,0 | 7,9 | 63,8 | 25,5 | 6,9 | 3,8 | |
| 799A | / 31 - 5/ | 142 | 277,53 | 4,025 | 4,825 | 31,1 | 65,1 | 3,7 | 2,09 | 1,503 | 3,142 | 0,179 | 7,32 | 7,19 | 1,08 | -0,21 | 0,88 | 4,5 | 6,2 | 7,9 | 56,0 | 30,7 | 8,7 | 4,6 | |
| 799A | / 32 - 1/ | 50 | 278,70 | 4,039 | 4,825 | 33,9 | 64,6 | 1,5 | 1,91 | 1,634 | 3,118 | 0,073 | 6,25 | 6,24 | 0,56 | 0,09 | 1,77 | 4,6 | 6,3 | 8,7 | | | | | |
| 799A | / 32 - 3/ | 50 | 281,70 | 4,074 | 4,452 | 36,8 | 62,0 | 1,2 | 1,69 | 1,638 | 2,762 | 0,052 | 6,44 | 6,44 | 0,54 | 0,13 | 1,54 | 6,5 | 7,9 | | | | | | |
| 799A | / 32 - 5/ | 40 | 284,60 | 4,109 | 4,620 | 33,3 | 65,4 | 1,3 | 1,96 | 1,540 | 3,021 | 0,059 | 6,20 | 6,33 | 0,76 | 0,28 | 1,28 | 6,2 | 7,9 | 39,3 | 41,0 | 13,7 | 6,0 | | |
| 799A | / 33 - 1/ | 100 | 288,90 | 4,160 | 5,224 | 41,2 | 57,4 | 1,5 | 1,39 | 2,151 | 2,996 | 0,076 | 6,35 | 6,35 | 0,50 | 0,13 | 1,64 | 6,4 | | 38,7 | 43,1 | 11,6 | 6,6 | | |
| 799A | / 33 - 4/ | 66 | 293,06 | 4,209 | 4,178 | 33,6 | 63,3 | 3,1 | 1,88 | 1,403 | 2,644 | 0,130 | 7,32 | 7,10 | 1,25 | -0,32 | 1,06 | 4,4 | 6,6 | 8,0 | 56,9 | 28,4 | 9,8 | 4,9 | |
| 799A | / 35 - 3/ | 66 | 310,95 | 4,422 | 4,353 | 32,9 | 62,8 | 4,3 | 1,91 | 1,432 | 2,733 | 0,187 | 6,16 | 6,20 | 0,63 | 0,24 | 1,65 | 6,2 | 7,8 | 45,7 | 40,8 | 8,6 | 4,9 | | |
| 799A | / 35 - 4/ | 66 | 312,45 | 4,435 | 4,301 | 19,6 | 73,8 | 6,6 | 3,76 | 0,844 | 3,173 | 0,283 | 7,24 | 7,20 | 0,88 | -0,11 | 1,09 | | | 39,5 | 39,7 | 12,9 | 7,9 | | |
| 799A | / 35 - 6/ | 66 | 315,45 | 4,476 | 4,376 | 25,2 | 71,7 | 3,1 | 2,84 | 1,104 | 3,139 | 0,133 | 7,54 | 7,43 | 0,82 | -0,19 | 0,96 | 5,4 | 6,2 | 7,5 | 41,5 | 43,9 | 11,0 | 3,7 | |
| 799A | / 36 - 3/ | 30 | 320,20 | 4,532 | 3,809 | 36,1 | 57,0 | 6,9 | 1,58 | 1,376 | 2,170 | 0,263 | 7,46 | 7,36 | 1,05 | -0,13 | 0,72 | 6,4 | 7,9 | 48,3 | 36,5 | 10,8 | 4,4 | | |
| 799A | / 36 - 4/ | 30 | 321,70 | 4,550 | 3,751 | 20,8 | 76,2 | 3,0 | 3,67 | 0,779 | 2,859 | 0,113 | 6,51 | 6,47 | 0,44 | -0,14 | 1,28 | 6,6 | 7,5 | 30,4 | 50,3 | 14,6 | 4,7 | | |
| 799A | / 36 - 5/ | 30 | 323,20 | 4,568 | 4,445 | 28,8 | 69,7 | 1,5 | 2,42 | 1,281 | 3,096 | 0,068 | 5,90 | 5,91 | 0,65 | 0,22 | 1,98 | 6,6 | | 43,4 | 39,8 | 7,1 | 9,7 | | |
| 799A | / 37 - 1/ | 68 | 327,27 | 4,616 | 4,730 | 35,2 | 63,4 | 1,4 | 1,80 | 1,663 | 3,000 | 0,067 | 6,29 | 6,46 | 0,80 | 0,36 | 1,51 | 4,5 | 6,3 | 7,6 | 55,0 | 31,9 | 8,7 | 4,4 | |
| 799A | / 37 - 2/ | 68 | 328,77 | 4,634 | 4,900 | 23,6 | 74,2 | 2,2 | 3,14 | 1,158 | 3,636 | 0,106 | 5,87 | 6,67 | 1,28 | 0,74 | 0,69 | 5,8 | 7,4 | 40,0 | 42,3 | 12,9 | 4,8 | | |
| 799A | / 37 - 4/ | 24 | 331,34 | 4,665 | 4,137 | 32,6 | 65,7 | 1,7 | 2,01 | 1,348 | 2,717 | 0,072 | 6,20 | 6,27 | 0,70 | 0,36 | 2,12 | 6,2 | 7,4 | 51,1 | 37,4 | 8,6 | 2,9 | | |
| 799A | / 37 - 5/ | 24 | 332,84 | 4,683 | 4,087 | 26,6 | 69,7 | 3,7 | 2,62 | 1,085 | 2,849 | 0,153 | 5,90 | 5,94 | 0,59 | 0,41 | 2,69 | 5,9 | 7,3 | 45,5 | 40,3 | 9,9 | 4,3 | | |
| 799A | / 37 - 7/ | 24 | 335,84 | 4,718 | 4,189 | 39,1 | 57,0 | 3,9 | 1,46 | 1,637 | 2,387 | 0,165 | | | | | | | | | | | | | |
| 799A | / 38 - 1/ | 29 | 336,48 | 4,726 | 4,697 | 29,7 | 69,4 | 0,8 | 2,34 | 1,396 | 3,261 | 0,040 | 7,36 | 7,25 | 0,89 | -0,15 | 0,88 | 4,6 | 6,3 | 7,7 | 48,4 | 36,3 | 11,4 | 3,9 | |
| 799A | / 38 - 6/ | 129 | 344,96 | 4,827 | 5,422 | 44,5 | 55,1 | 0,3 | 1,24 | 2,414 | 2,989 | 0,019 | 7,59 | 7,47 | 0,88 | -0,22 | 0,99 | 5,2 | 6,2 | 7,9 | 54,6 | 32,9 | 8,9 | 3,5 | |
| 799A | / 38 - 7/ | 10 | 345,30 | 4,831 | 5,704 | 38,7 | 60,7 | 0,6 | 1,57 | 2,206 | 3,462 | 0,036 | 6,18 | 6,35 | 0,73 | 0,42 | 1,38 | 6,1 | 7,9 | 49,7 | 38,0 | 9,4 | 2,8 | | |
| 799A | / 39 - 1/ | 40 | 346,30 | 4,843 | 5,096 | 42,7 | 57,1 | 0,2 | 1,34 | 2,177 | 2,909 | 0,011 | 6,48 | 6,52 | 0,60 | 0,25 | 1,75 | 5,2 | 6,5 | 8,4 | 32,7 | 49,4 | 12,6 | 5,4 | |
| 799A | / 39 - 2/ | 40 | 347,80 | 4,860 | 4,635 | 42,1 | 57,4 | 0,5 | 1,36 | 1,950 | 2,661 | 0,024 | 6,04 | 6,33 | 0,99 | 0,47 | 1,13 | 6,8 | 7,7 | 43,4 | 39,1 | 11,0 | 6,5 | | |
| 799A | / 39 - 3/ | 40 | 349,30 | 4,878 | 4,941 | 39,0 | 60,7 | 0,3 | 1,56 | 1,925 | 3,000 | 0,017 | 6,13 | 6,11 | 0,38 | -0,04 | 1,18 | 6,2 | | 37,4 | 46,3 | 11,1 | 5,2 | | |

| Probe | | Tiefe (m) | Alter (Ma) | AR (g/cm2/ky) | Ton (%) | Silt (%) | Sand (%) | S/T Verh. | AR | AR | AR | Silt: | | | | | | Ton: | | | | | | |
|-------|-----------|--------------|---------------|------------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|--------|-------|-------|------|-------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|
| | | | | | | | | | Ton | Silt | Sand | Medi. | Mean | Sort. | Schiefe | Kurt. | Modalwert | Smek. | Illit | Chlo. | Kao. | | | |
| | | | | | | | | | (g/cm2/ky) | (Phi°) | g. | m. | l. | (%) | | | | | | | | | | |
| 799A | / 39 - 4/ | 40 | 350,80 | 4,896 | 4,508 | 28,3 | 70,7 | 1,0 | 2,50 | 1,276 | 3,187 | 0,045 | 7,81 | 7,71 | 0,66 | -0,41 | 1,45 | 5,0 | 5,8 | 7,4 | 43,7 | 36,0 | 14,9 | 5,4 |
| 799A | / 39 - 5/ | 40 | 352,30 | 4,914 | 5,418 | 31,6 | 67,5 | 0,9 | 2,13 | 1,713 | 3,656 | 0,049 | 5,82 | 5,88 | 0,63 | 0,33 | 1,83 | 5,8 | 8,0 | 50,3 | 33,5 | 11,3 | 4,9 | |
| 799A | / 39 - 6/ | 40 | 353,80 | 4,932 | 5,441 | 25,8 | 74,0 | 0,2 | 2,87 | 1,401 | 4,027 | 0,013 | 8,11 | 7,77 | 0,83 | -0,57 | 0,77 | 6,3 | 7,7 | 35,1 | 44,4 | 16,0 | 4,5 | |
| 799A | / 39 - 7/ | 40 | 355,30 | 4,950 | 4,820 | 27,2 | 69,0 | 3,7 | 2,54 | 1,312 | 3,328 | 0,180 | 6,40 | 6,44 | 0,62 | 0,19 | 1,51 | 4,8 | 6,4 | 45,2 | 41,3 | 9,3 | 4,2 | |
| 799A | / 40 - 5/ | 96 | 362,54 | 5,036 | 5,036 | 23,4 | 71,3 | 5,3 | 3,04 | 1,180 | 3,590 | 0,266 | 5,71 | 6,37 | 1,20 | 0,68 | 0,69 | 7,2 | 7,7 | 41,9 | 41,7 | 11,5 | 4,9 | |
| 799A | / 41 - 1/ | 50 | 365,80 | 5,075 | 5,051 | 32,2 | 67,4 | 0,4 | 2,09 | 1,627 | 3,403 | 0,021 | 5,92 | 5,96 | 0,64 | 0,30 | 1,94 | 6,0 | 8,2 | 48,5 | 35,0 | 10,3 | 6,3 | |
| 799A | / 41 - 3/ | 61 | 368,90 | 5,112 | 4,982 | 17,7 | 70,6 | 11,7 | 3,99 | 0,882 | 3,517 | 0,583 | 6,07 | 6,21 | 0,74 | 0,41 | 1,50 | 6,0 | 7,6 | 59,9 | 27,9 | 8,0 | 4,2 | |
| 799A | / 41 - 5/ | 50 | 371,80 | 5,146 | 5,073 | 17,4 | 73,0 | 9,6 | 4,19 | 0,884 | 3,703 | 0,485 | 7,09 | 7,03 | 0,99 | -0,09 | 0,95 | 6,7 | 7,6 | 40,0 | 39,6 | 14,1 | 6,3 | |
| 799A | / 41 - 5/ | 61 | 371,90 | 5,147 | 5,073 | 32,5 | 66,5 | 1,0 | 2,04 | 1,651 | 3,371 | 0,051 | 5,25 | 5,38 | 0,61 | 0,48 | 1,94 | 6,2 | 7,5 | 61,4 | 29,3 | 6,1 | 3,2 | |
| 799A | / 42 - 1/ | 146 | 376,42 | 5,201 | 5,543 | 31,7 | 68,2 | 0,2 | 2,15 | 1,755 | 3,779 | 0,009 | 7,37 | 7,28 | 0,89 | -0,15 | 0,88 | 6,3 | 7,6 | 53,9 | 32,2 | 9,4 | 4,5 | |
| 799A | / 42 - 5/ | 145 | 382,41 | 5,272 | 5,640 | 28,2 | 71,5 | 0,3 | 2,53 | 1,592 | 4,031 | 0,017 | 7,62 | 7,47 | 0,91 | -0,29 | 0,99 | 6,4 | 8,1 | 54,0 | 30,1 | 10,7 | 5,2 | |
| 799A | / 43 - 1/ | 40 | 385,00 | 5,303 | 5,747 | 26,2 | 73,1 | 0,8 | 2,79 | 1,503 | 4,200 | 0,044 | 6,41 | 6,45 | 0,57 | 0,23 | 1,60 | 6,4 | 7,7 | 50,3 | 34,2 | 9,7 | 5,8 | |
| 799A | / 43 - 1/ | 124 | 385,84 | 5,313 | 5,747 | | | | | | | | 7,73 | 7,60 | 0,88 | -0,26 | 0,95 | 6,3 | 8,2 | 50,9 | 35,1 | 11,9 | 2,1 | |
| 799A | / 43 - 3/ | 40 | 388,00 | 5,339 | 5,640 | 27,2 | 72,2 | 0,6 | 2,65 | 1,536 | 4,071 | 0,033 | 5,88 | 6,15 | 0,92 | 0,57 | 2,18 | 4,3 | 5,8 | 52,3 | 32,7 | 10,0 | 5,0 | |
| 799A | / 43 - 5/ | 40 | 391,00 | 5,374 | 4,383 | 13,2 | 85,1 | 1,6 | 6,43 | 0,580 | 3,732 | 0,071 | 7,14 | 7,04 | 1,03 | -0,17 | 1,06 | 4,9 | 6,8 | 60,7 | 27,3 | 7,1 | 4,8 | |
| 799A | / 45 - 1/ | 40 | 404,30 | 5,594 | 2,780 | 43,6 | 56,2 | 0,2 | 1,29 | 1,212 | 1,563 | 0,006 | 6,07 | 6,29 | 0,71 | 0,60 | 2,52 | 4,6 | 6,1 | 62,3 | 26,4 | 7,2 | 4,1 | |
| 799A | / 45 - 5/ | 50 | 410,40 | 5,703 | 3,595 | 37,9 | 61,4 | 0,6 | 1,62 | 1,364 | 2,209 | 0,022 | 6,35 | 6,49 | 0,81 | 0,27 | 1,36 | 6,3 | 7,3 | 59,7 | 29,2 | 8,1 | 3,0 | |
| 799A | / 46 - 1/ | 20 | 413,80 | 5,763 | 3,381 | 30,6 | 68,5 | 0,9 | 2,24 | 1,036 | 2,316 | 0,029 | 5,82 | 5,82 | 0,27 | 0,01 | 1,07 | 5,9 | | 71,0 | 22,3 | 4,6 | 2,0 | |
| 799A | / 46 - 3/ | 20 | 416,80 | 5,817 | 3,271 | 25,4 | 72,4 | 2,2 | 2,88 | 0,829 | 2,370 | 0,072 | 7,09 | 7,05 | 1,04 | -0,06 | 0,84 | 4,5 | 6,9 | 59,9 | 28,3 | 8,6 | 3,3 | |
| 799A | / 46 - 5/ | 20 | 419,80 | 5,870 | 3,250 | 27,5 | 71,7 | 0,8 | 2,61 | 0,894 | 2,329 | 0,027 | 5,93 | 6,05 | 0,69 | 0,36 | 1,67 | 4,3 | 5,9 | 66,2 | 24,4 | 6,7 | 2,6 | |
| 799A | / 46 - 5/ | 100 | 420,59 | 5,884 | 3,250 | 30,7 | 69,0 | 0,3 | 2,25 | 0,998 | 2,241 | 0,011 | 7,29 | 7,23 | 0,88 | -0,14 | 0,94 | 6,7 | 7,6 | 62,8 | 26,9 | 7,7 | 2,7 | |
| 799A | / 47 - 1/ | 107 | 424,35 | 5,951 | 4,262 | 36,7 | 63,0 | 0,3 | 1,72 | 1,564 | 2,683 | 0,015 | 5,63 | 5,67 | 0,60 | 0,37 | 2,25 | 6,8 | 8,0 | 58,9 | 29,7 | 8,4 | 3,0 | |
| 799A | / 47 - 2/ | 101 | 425,79 | 5,977 | 4,088 | 20,7 | 78,7 | 0,6 | 3,80 | 0,847 | 3,217 | 0,023 | 6,03 | 6,45 | 0,79 | 0,68 | 2,13 | 6,0 | 7,9 | 63,9 | 26,2 | 6,9 | 3,0 | |
| 799A | / 47 - 4/ | 126 | 429,04 | 6,035 | 4,289 | 32,7 | 67,0 | 0,3 | 2,05 | 1,401 | 2,874 | 0,014 | 5,42 | 5,60 | 0,75 | 0,57 | 2,09 | 5,4 | 7,0 | 52,5 | 35,5 | 9,8 | 2,3 | |
| 799A | / 47 - 5/ | 0 | 429,30 | 6,040 | 4,604 | 29,1 | 70,5 | 0,4 | 2,42 | 1,341 | 3,244 | 0,018 | 7,67 | 7,64 | 0,83 | -0,11 | 0,97 | 4,5 | 6,2 | 63,4 | 27,0 | 7,4 | 2,2 | |
| 799A | / 47 - 5/ | 61 | 429,90 | 6,050 | 4,604 | 24,2 | 75,4 | 0,4 | 3,12 | 1,114 | 3,470 | 0,020 | | | | | | | | 60,3 | 28,3 | 8,6 | 2,8 | |
| 799A | / 47 - 6/ | 144 | 432,21 | 6,092 | 4,571 | 22,2 | 77,6 | 0,2 | 3,50 | 1,013 | 3,547 | 0,011 | 7,49 | 7,44 | 1,01 | -0,11 | 0,73 | 4,2 | 6,2 | 56,0 | 31,7 | 9,4 | 2,8 | |
| 799A | / 47 - 7/ | 41 | 432,70 | 6,100 | 3,533 | 39,5 | 60,3 | 0,2 | 1,53 | 1,394 | 2,132 | 0,007 | 5,73 | 5,74 | 0,46 | 0,29 | 2,21 | 7,2 | 7,2 | 69,2 | 23,8 | 4,9 | 2,0 | |
| 799A | / 48 - 1/ | 67 | 433,57 | 6,116 | 3,986 | 34,3 | 65,3 | 0,5 | 1,91 | 1,365 | 2,601 | 0,019 | 5,69 | 5,76 | 0,69 | 0,48 | 2,75 | 7,0 | 7,0 | 60,3 | 30,2 | 7,5 | 2,1 | |
| 799A | / 48 - 2/ | 20 | 434,60 | 6,134 | 3,580 | 23,8 | 58,6 | 17,7 | 2,46 | 0,847 | 2,085 | 0,629 | 6,94 | 6,95 | 1,03 | -0,03 | 0,86 | 5,0 | 6,3 | 63,6 | 27,4 | 7,6 | 1,5 | |
| 799A | / 48 - 3/ | 68 | 436,58 | 6,170 | 3,466 | 32,1 | 67,6 | 0,3 | 2,11 | 1,112 | 2,342 | 0,012 | 5,87 | 5,91 | 0,63 | 0,23 | 1,82 | 7,0 | 7,8 | 70,0 | 21,2 | 6,9 | 1,9 | |
| 799A | / 49 - 1/ | 45 | 443,05 | 6,285 | 4,317 | 38,4 | 61,4 | 0,2 | 1,60 | 1,660 | 2,650 | 0,007 | 5,87 | 5,91 | 0,63 | 0,23 | 1,82 | 7,0 | 7,8 | 65,9 | 23,8 | 8,9 | 1,4 | |
| 799A | / 49 - 2/ | 38 | 444,48 | 6,310 | 4,317 | 26,5 | 73,2 | 0,3 | 2,77 | 1,143 | 3,161 | 0,013 | 5,67 | 5,81 | 0,73 | 0,42 | 1,76 | 5,6 | 7,5 | 53,8 | 37,5 | 7,1 | 1,7 | |
| 799A | / 50 - 1/ | 88 | 453,18 | 6,466 | 4,071 | 24,7 | 73,1 | 2,1 | 2,96 | 1,007 | 2,977 | 0,087 | 6,90 | 6,91 | 0,97 | 0,01 | 0,84 | 6,8 | 7,7 | 60,1 | 30,3 | 8,4 | 1,2 | |
| 799A | / 50 - 4/ | 93 | 457,73 | 6,547 | 6,574 | 35,7 | 64,2 | 0,2 | 1,80 | 2,344 | 4,217 | 0,012 | 5,97 | 6,25 | 0,90 | 0,48 | 1,08 | 6,9 | 7,8 | 56,6 | 33,9 | 8,4 | 1,1 | |
| 799A | / 51 - 2/ | 80 | 464,20 | 6,662 | 6,453 | 30,9 | 68,8 | 0,3 | 2,23 | 1,993 | 4,438 | 0,021 | 5,70 | 5,92 | 0,81 | 0,48 | 1,48 | 7,0 | 7,8 | | | | | |
| 799A | / 51 - 3/ | 80 | 465,70 | 6,689 | 6,919 | 36,4 | 63,5 | 0,1 | 1,75 | 2,518 | 4,395 | 0,006 | 5,99 | 6,13 | 0,72 | 0,39 | 1,47 | 6,7 | 7,9 | | | | | |

| Probe | Tiefe | Alter | AR Ges. | Qz. | Fsp. | Glim.+ Illit | Qz/Fsp | Glim. | Pyr. | Kao. | Chlo. | Illit | Kal. | Opal gra. | Su.Min. | AR Qz | AR Fsp | AR Glim. | AR Opal | AR Su.Min. |
|---------------------|--------|-------|------------|------|------|-----------------|--------|-------|------|------|-------|-------|------|--------------|---------|------------|-----------|-------------|------------|---------------|
| | (m) | (Ma) | (g/cm2/ky) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (g/cm2/ky) | | | | |
| 799A / 1 - 1 / 44 | 0,44 | 0,005 | 3,105 | 12,7 | 6,6 | 11,7 | 1,9 | 11,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 17 | 34,2 | 0,39 | 0,21 | 0,36 | 0,528 | 1,060 |
| 799A / 1 - 1 / 76 | 0,76 | 0,009 | 3,105 | 19,3 | 12,0 | 7,0 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 7,0 | 0,0 | 8 | 41,8 | 0,60 | 0,37 | 0,00 | 0,248 | 1,297 |
| 799A / 2 - 1 / 76 | 1,94 | 0,022 | 6,065 | 18,8 | 7,5 | 15,2 | 2,5 | 15,2 | 2,1 | 0,0 | 2,7 | 0,0 | 0,0 | | 49,2 | 1,14 | 0,45 | 0,92 | | 2,984 |
| 799A / 2 - 2 / 76 | 3,44 | 0,040 | 7,017 | 10,4 | 5,7 | 11,9 | 1,8 | 11,9 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 28 | 32,3 | 0,73 | 0,40 | 0,83 | 1,965 | 2,266 |
| 799A / 2 - 3 / 72 | 4,90 | 0,056 | 5,538 | 14,7 | 9,3 | 17,9 | 1,6 | 17,9 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 14 | 43,9 | 0,81 | 0,52 | 0,99 | 0,775 | 2,431 |
| 799A / 2 - 4 / 74 | 6,42 | 0,074 | 5,652 | 17,5 | 16,7 | 11,5 | 1,0 | 11,5 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 13 | 50,7 | 0,99 | 0,94 | 0,65 | 0,735 | 2,866 |
| 799A / 2 - 5 / 74 | 7,92 | 0,091 | 7,099 | 18,1 | 12,1 | 16,7 | 1,5 | 16,7 | 0,0 | 0,0 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 12 | 52,0 | 1,28 | 0,86 | 1,19 | 0,852 | 3,694 |
| 799A / 2 - 6 / 44 | 9,13 | 0,105 | 4,925 | 18,0 | 14,9 | 12,7 | 1,2 | 12,7 | 2,2 | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 11 | 53,2 | 0,89 | 0,73 | 0,63 | 0,542 | 2,620 |
| 799A / 2 - 7 / 24 | 10,43 | 0,120 | 4,809 | 13,2 | 8,3 | 12,7 | 1,6 | 12,7 | 0,0 | 0,0 | 4,9 | 0,0 | 2,0 | 10 | 44,9 | 0,63 | 0,40 | 0,61 | 0,481 | 2,159 |
| 799A / 3 - 1 / 11 | 10,81 | 0,124 | 4,205 | 11,1 | 4,7 | 13,9 | 2,4 | 13,9 | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 10 | 34,0 | 0,47 | 0,20 | 0,58 | 0,420 | 1,430 |
| 799A / 3 - 2 / 10 | 12,30 | 0,141 | 5,460 | 12,4 | 5,6 | 11,2 | 2,2 | 11,2 | 0,0 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 9,2 | | 42,3 | 0,67 | 0,31 | 0,61 | | 2,307 |
| 799A / 3 - 3 / 10 | 13,80 | 0,159 | 6,863 | 20,2 | 13,7 | 9,7 | 1,5 | 9,7 | 0,0 | 3,8 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 6 | 50,6 | 1,38 | 0,94 | 0,67 | 0,412 | 3,472 |
| 799A / 3 - 4 / 6 | 15,26 | 0,175 | 7,585 | 20,6 | 9,2 | 21,2 | 2,2 | 21,2 | 4,1 | 0,0 | 2,2 | 0,0 | 4,2 | | 61,8 | 1,56 | 0,70 | 1,61 | | 4,687 |
| 799A / 3 - 5 / 12 | 16,82 | 0,193 | 7,055 | 18,7 | 9,7 | 19,7 | 1,9 | 19,7 | 2,7 | 0,0 | 6,9 | 0,0 | 0,0 | 6 | 58,6 | 1,32 | 0,69 | 1,39 | 0,423 | 4,134 |
| 799A / 3 - 5 / 25 | 16,94 | 0,195 | 7,055 | 4,4 | 4,7 | 13,0 | 0,9 | 13,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 24 | 24,8 | 0,31 | 0,33 | 0,92 | 1,693 | 1,748 |
| 799A / 3 - 5 / 76 | 17,43 | 0,200 | 7,055 | 16,2 | 13,9 | 11,2 | 1,2 | 11,2 | 0,0 | 0,0 | 3,3 | 0,0 | 0,0 | 3 | 44,6 | 1,14 | 0,98 | 0,79 | 0,212 | 3,147 |
| 799A / 3 - 6 / 10 | 18,30 | 0,210 | 7,300 | 19,0 | 13,6 | 13,4 | 1,4 | 13,4 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 10 | 47,9 | 1,39 | 0,99 | 0,98 | 0,730 | 3,497 |
| 799A / 3 - 7 / 10 | 19,80 | 0,228 | 7,610 | 18,0 | 15,7 | 10,3 | 1,1 | 10,3 | 0,0 | 0,0 | 5,3 | 0,0 | 0,0 | | 50,2 | 1,37 | 1,19 | 0,78 | | 3,822 |
| 799A / 4 - 1 / 20 | 20,50 | 0,236 | 5,282 | 15,0 | 14,1 | 16,4 | 1,1 | 14,9 | 0,0 | 0,0 | 3,7 | 1,4 | 0,0 | 11 | 49,2 | 0,79 | 0,75 | 0,79 | 0,581 | 2,599 |
| 799A / 4 - 2 / 20 | 22,00 | 0,253 | 8,074 | 18,9 | 11,2 | 11,4 | 1,7 | 11,4 | 0,0 | 0,0 | 4,4 | 0,0 | 1,7 | 10 | 47,7 | 1,53 | 0,91 | 0,92 | 0,807 | 3,848 |
| 799A / 4 - 3 / 20 | 23,50 | 0,270 | 5,714 | 17,2 | 9,1 | 16,8 | 1,9 | 16,8 | 0,0 | 0,0 | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 8 | 50,8 | 0,98 | 0,52 | 0,96 | 0,457 | 2,901 |
| 799A / 4 - 4 / 20 | 25,00 | 0,285 | 8,742 | 16,0 | 10,4 | 16,6 | 1,5 | 16,6 | 1,8 | 0,0 | 4,8 | 0,0 | 0,0 | 4 | 49,6 | 1,40 | 0,91 | 1,45 | 0,350 | 4,336 |
| 799A / 4 - 5 / 20 | 26,50 | 0,298 | 9,040 | 18,4 | 17,5 | 9,0 | 1,0 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 5 | 47,1 | 1,66 | 1,58 | 0,81 | 0,452 | 4,260 |
| 799A / 4 - 6 / 20 | 28,00 | 0,311 | 6,498 | 14,6 | 7,3 | 9,6 | 2,0 | 9,6 | 1,8 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 4 | 38,6 | 0,95 | 0,47 | 0,62 | 0,260 | 2,508 |
| 799A / 5 - 2 / 20 | 31,59 | 0,343 | 9,532 | 16,6 | 9,1 | 9,9 | 1,8 | 9,9 | 0,0 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 4,1 | | 43,9 | 1,58 | 0,87 | 0,94 | | 4,184 |
| 799A / 5 - 4 / 20 | 34,59 | 0,369 | 7,911 | 13,1 | 6,2 | 9,8 | 2,1 | 9,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10 | 31,4 | 1,04 | 0,49 | 0,78 | 0,791 | 2,484 |
| 799A / 5 - 6 / 20 | 37,59 | 0,395 | 11,744 | 20,7 | 8,1 | 11,4 | 2,6 | 11,4 | 4,6 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 1,1 | 6 | 48,6 | 2,43 | 0,95 | 1,34 | 0,705 | 5,708 |
| 799A / 5 - 7 / 10 | 39,00 | 0,407 | 9,933 | 11,3 | 5,7 | 1,7 | 2,0 | 1,7 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,6 | | 30,5 | 1,12 | 0,57 | 0,17 | | 3,029 |
| 799A / 6 - 1 / 115 | 40,61 | 0,421 | 8,572 | 10,9 | 10,8 | 11,0 | 1,0 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 7,1 | 4 | 44,6 | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,343 | 3,823 |
| 799A / 6 - 2 / 20 | 41,19 | 0,427 | 8,455 | 14,0 | 14,1 | 9,6 | 1,0 | 9,6 | 1,9 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 3,4 | 4 | 46,3 | 1,18 | 1,19 | 0,81 | 0,338 | 3,915 |
| 799A / 6 - 3 / 145 | 43,89 | 0,450 | 9,857 | 7,2 | 3,3 | 7,6 | 2,2 | 7,6 | 2,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23,8 | | 44,6 | 0,71 | 0,33 | 0,75 | | 4,396 |
| 799A / 6 - 4 / 20 | 44,19 | 0,453 | 7,981 | 13,2 | 10,6 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,9 | 0,0 | 0,0 | 7 | 29,7 | 1,05 | 0,85 | 0,00 | 0,559 | 2,370 |
| 799A / 6 - 6 / 20 | 47,19 | 0,473 | 15,193 | 17,9 | 13,3 | 10,3 | 1,3 | 10,3 | 5,2 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 3 | 49,6 | 2,72 | 2,02 | 1,56 | 0,456 | 7,536 |
| 799A / 7 - 2 / 40 | 50,98 | 0,497 | 17,350 | 18,8 | 11,6 | 7,8 | 1,6 | 7,8 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 11 | 40,2 | 3,26 | 2,01 | 1,35 | 1,908 | 6,975 |
| 799A / 7 - 4 / 40 | 53,98 | 0,515 | 15,528 | 12,9 | 9,2 | 7,8 | 1,4 | 7,8 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,6 | 8 | 39,6 | 2,00 | 1,43 | 1,22 | 1,242 | 6,151 |
| 799A / 7 - 6 / 38 | 56,96 | 0,533 | 16,694 | 18,7 | 10,1 | 17,4 | 1,9 | 17,4 | 1,5 | 0,0 | 6,1 | 0,0 | 0,0 | 8 | 53,7 | 3,12 | 1,68 | 2,90 | 1,335 | 8,963 |
| 799A / 8 - 1 / 70 | 59,36 | 0,548 | 12,761 | 11,2 | 4,8 | 15,8 | 2,3 | 15,8 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 0,0 | 10,5 | | 46,6 | 1,43 | 0,61 | 2,02 | | 5,947 |
| 799A / 8 - 2 / 70 | 60,86 | 0,557 | 13,434 | 10,0 | 8,9 | 12,0 | 1,1 | 12,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20,4 | 3 | 52,2 | 1,34 | 1,19 | 1,61 | 0,403 | 7,014 |
| 799A / 8 - 4 / 60 | 63,77 | 0,575 | 14,307 | 15,3 | 10,9 | 10,9 | 1,4 | 10,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7 | 37,0 | 2,19 | 1,56 | 1,56 | 1,002 | 5,298 |
| 799A / 8 - 6 / 50 | 66,67 | 0,593 | 10,174 | 13,8 | 8,9 | 9,4 | 1,6 | 9,4 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 10 | 37,4 | 1,40 | 0,91 | 0,96 | 1,017 | 3,805 |
| 799A / 8 - 7 / 70 | 68,36 | 0,603 | 16,953 | 17,3 | 7,6 | 13,3 | 2,3 | 13,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,2 | 4 | 44,5 | 2,93 | 1,29 | 2,25 | 0,678 | 7,544 |
| 799A / 9 - 2 / 30 | 70,09 | 0,614 | 15,858 | 10,6 | 12,5 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23,0 | | 47,6 | 1,68 | 1,98 | 0,00 | | 7,542 |
| 799A / 9 - 3 / 11 | 71,40 | 0,622 | 14,182 | 7,5 | 3,9 | 9,8 | 1,9 | 9,8 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 33,4 | | 57,4 | 1,06 | 0,55 | 1,38 | | 8,143 |
| 799A / 9 - 4 / 5 | 72,85 | 0,631 | 13,409 | 11,5 | 9,0 | 14,4 | 1,3 | 14,4 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,0 | 10 | 49,9 | 1,54 | 1,21 | 1,93 | 1,341 | 6,687 |
| 799A / 9 - 6 / 30 | 76,09 | 0,651 | 16,547 | 14,7 | 7,5 | 9,5 | 2,0 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 8,3 | 8 | 42,6 | 2,43 | 1,24 | 1,57 | 1,324 | 7,049 |
| 799A / 10 - 1 / 25 | 78,14 | 0,663 | 14,491 | 13,9 | 7,1 | 13,8 | 2,0 | 13,8 | 1,0 | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 5,4 | 4 | 45,1 | 2,01 | 1,03 | 2,00 | 0,580 | 6,536 |
| 799A / 10 - 4 / 25 | 82,64 | 0,691 | 15,131 | 16,7 | 11,4 | 10,1 | 1,5 | 10,1 | 2,3 | 0,0 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 4 | 45,9 | 2,53 | 1,72 | 1,53 | 0,605 | 6,945 |
| 799A / 10 - 6 / 120 | 86,55 | 0,715 | 15,394 | 17,8 | 14,9 | 12,3 | 1,2 | 12,3 | 0,0 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 10 | 48,5 | 2,74 | 2,29 | 1,89 | 1,539 | 7,466 |
| 799A / 11 - 1 / 93 | 88,40 | 0,726 | 13,150 | 15,1 | 8,1 | 11,6 | 1,9 | 11,6 | 1,7 | 0,0 | 3,5 | 0,0 | 2,9 | 5 | 42,8 | 1,98 | 1,07 | 1,52 | 0,657 | 5,628 |
| 799A / 11 - 3 / 23 | 90,72 | 0,807 | 1,787 | 11,2 | 10,3 | 8,5 | 1,1 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 0,0 | 0,0 | 7 | 33,1 | 0,20 | 0,18 | 0,15 | 0,125 | 0,592 |
| 799A / 11 - 4 / 60 | 92,58 | 0,891 | 1,434 | 12,4 | 7,2 | 13,5 | 1,7 | 13,5 | 0,0 | 0,0 | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 13 | 36,7 | 0,18 | 0,10 | 0,19 | 0,186 | 0,526 |
| 799A / 11 - 6 / 100 | 95,96 | 0,979 | 4,295 | 17,1 | 9,0 | 15,4 | 1,9 | 15,4 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 10 | 44,0 | 0,73 | 0,39 | 0,66 | 0,429 | 1,890 |
| 799A / 12 - 1 / 30 | 97,49 | 0,996 | 7,912 | 13,5 | 6,6 | 11,8 | 2,0 | 11,8 | 3,3 | 0,0 | 3,9 | 0,0 | 5,4 | | 44,5 | 1,07 | 0,52 | 0,93 | | 3,521 |
| 799A / 12 - 2 / 20 | 98,89 | 1,012 | 7,912 | 17,7 | 12,7 | 12,2 | 1,4 | 12,2 | 0,0 | 0,0 | 3,4 | 0,0 | 0,0 | 10 | 46,0 | 1,40 | 1,00 | 0,97 | 0,791 | 3,639 |
| 799A / 12 - 3 / 45 | 100,63 | 1,031 | 5,247 | 10,4 | 5,8 | 11,3 | 1,8 | 11,3 | 3,8 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 0,0 | 21 | 37,5 | 0,55 | 0,30 | 0,59 | 1,102 | 1,968 |
| 799A / 12 - 4 / 30 | 101,99 | 1,046 | 9,755 | 17,5 | 8,1 | 6,2 | 2,2 | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 9 | 41,3 | 1,71 | 0,79 | 0,60 | 0,878 | 4,029 |
| 799A / 12 - 5 / 20 | 103,39 | 1,061 | 4,231 | 3,7 | 2,4 | 9,0 | 1,5 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,3 | 40 | 26,3 | 0,16 | 0,10 | 0,38 | 1,692 | 1,113 |
| 799A / 12 - 6 / 20 | 104,89 | 1,078 | 6,797 | 10,5 | 4,6 | 13,0 | 2,3 | 13,0 | 0,0 | 0,0 | 3,9 | 0,0 | 7,5 | 11 | 42,1 | 0,71 | 0,31 | 0,88 | 0,748 | 2,862 |
| 799A / 13 - 1 / 20 | 107,00 | 1,101 | 6,294 | 11,4 | 7,6 | 15,7 | 1,5 | 15,7 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 16 | 38,8 | 0,72 | 0,48 | 0,99 | 1,007 | 2,439 |
| 799A / 13 - 2 / 26 | 108,55 | 1,118 | 9,000 | 19,4 | 13,1 | 21,1 | 1,5 | 21,1 | 0,0 | 0,0 | 6,0 | 0,0 | 0,8 | 3 | 60,4 | 1,75 | 1,18 | 1,90 | 0,270 | 5,436 |
| 799A / 13 - 3 / 30 | 110,09 | 1,135 | 5,975 | 16,2 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Probe | Tiefe | Alter | AR | Qz. | Fsp. | Glim.+ | Qz/Fsp | Glim. | Pyr. | Kao. | Chlo. | Illit | Kal. | Opal | Su.Min. | AR | AR | AR | AR | AR |
|---------------------|--------|-------|------------|------|------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|------|------|---------|------|------|-------|-------|---------|
| | | | Ges. | | | Illit | | | | | | | | gra. | | Qz | Fsp | Glim. | Opal | Su.Min. |
| | (m) | (Ma) | (g/cm2/ky) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | | | | | |
| 799A / 13 - 5 / 20 | 113,00 | 1,167 | 6,890 | 13,0 | 8,8 | 9,1 | 1,5 | 9,1 | 1,1 | 0,0 | 6,7 | 0,0 | 0,0 | 12 | 38,7 | 0,90 | 0,61 | 0,63 | 0,827 | 2,667 |
| 799A / 13 - 6 / 20 | 114,50 | 1,183 | 7,210 | 9,8 | 7,6 | 10,9 | 1,3 | 10,9 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,7 | 7 | 36,9 | 0,71 | 0,55 | 0,79 | 0,505 | 2,660 |
| 799A / 14 - 1 / 17 | 116,66 | 1,244 | 1,338 | 13,2 | 4,3 | 18,4 | 3,1 | 18,4 | 6,1 | 0,0 | 3,5 | 0,0 | 2,0 | 11 | 47,5 | 0,18 | 0,06 | 0,25 | 0,147 | 0,636 |
| 799A / 14 - 2 / 40 | 118,38 | 1,357 | 1,890 | 17,4 | 10,0 | 11,3 | 1,7 | 11,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12 | 38,7 | 0,33 | 0,19 | 0,21 | 0,227 | 0,731 |
| 799A / 14 - 4 / 30 | 121,29 | 1,548 | 1,171 | 14,6 | 11,1 | 14,7 | 1,3 | 14,7 | 1,2 | 0,0 | 6,1 | 0,0 | 0,0 | 8 | 47,7 | 0,17 | 0,13 | 0,17 | 0,094 | 0,559 |
| 799A / 14 - 5 / 40 | 122,88 | 1,652 | 1,895 | 16,2 | 9,5 | 16,3 | 1,7 | 16,3 | 0,0 | 0,0 | 4,1 | 0,0 | 6,2 | 13 | 52,3 | 0,31 | 0,18 | 0,31 | 0,246 | 0,991 |
| 799A / 14 - 6 / 30 | 124,29 | 1,688 | 4,339 | 12,2 | 6,3 | 17,0 | 1,9 | 17,0 | 0,0 | 10,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10 | 45,8 | 0,53 | 0,27 | 0,74 | 0,434 | 1,986 |
| 799A / 15 - 1 / 55 | 126,64 | 1,740 | 2,856 | 14,1 | 7,8 | 12,4 | 1,8 | 12,4 | 0,0 | 0,0 | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 14 | 41,6 | 0,40 | 0,22 | 0,35 | 0,400 | 1,188 |
| 799A / 15 - 2 / 55 | 128,14 | 1,773 | 3,458 | 13,5 | 6,5 | 19,3 | 2,1 | 19,3 | 2,7 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 17 | 45,0 | 0,47 | 0,22 | 0,67 | 0,588 | 1,555 |
| 799A / 15 - 3 / 54 | 129,63 | 1,806 | 4,463 | 15,3 | 8,5 | 10,5 | 1,8 | 10,5 | 2,0 | 0,0 | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 13 | 41,7 | 0,68 | 0,38 | 0,47 | 0,580 | 1,861 |
| 799A / 15 - 4 / 54 | 131,13 | 1,839 | 3,754 | 12,9 | 7,0 | 18,5 | 1,8 | 18,5 | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 11 | 42,7 | 0,48 | 0,26 | 0,69 | 0,413 | 1,602 |
| 799A / 15 - 4 / 145 | 132,02 | 1,858 | 3,754 | 14,1 | 6,4 | 13,3 | 2,2 | 13,3 | 0,0 | 0,0 | 6,7 | 0,0 | 0,0 | 12 | 40,5 | 0,53 | 0,24 | 0,50 | 0,450 | 1,520 |
| 799A / 15 - 5 / 54 | 132,63 | 1,872 | 3,793 | 11,1 | 9,1 | 14,7 | 1,2 | 14,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10 | 34,9 | 0,42 | 0,35 | 0,56 | 0,379 | 1,324 |
| 799A / 15 - 5 / 145 | 133,52 | 1,888 | 5,798 | 13,1 | 12,4 | 11,8 | 1,1 | 11,8 | 0,0 | 0,0 | 8,4 | 0,0 | 0,0 | 7 | 45,7 | 0,76 | 0,72 | 0,68 | 0,406 | 2,650 |
| 799A / 15 - 6 / 54 | 134,13 | 1,896 | 7,643 | 16,9 | 8,4 | 13,6 | 2,0 | 13,6 | 1,7 | 0,0 | 3,2 | 0,0 | 0,0 | 8 | 44,9 | 1,29 | 0,64 | 1,04 | 0,611 | 3,431 |
| 799A / 15 - 7 / 31 | 135,40 | 1,915 | 5,746 | 14,9 | 10,1 | 13,8 | 1,5 | 13,8 | 1,3 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 14 | 44,1 | 0,86 | 0,58 | 0,79 | 0,805 | 2,534 |
| 799A / 16 - 2 / 60 | 137,89 | 1,950 | 7,420 | 18,2 | 22,4 | 10,8 | 0,8 | 10,8 | 0,0 | 0,0 | 5,2 | 0,0 | 0,0 | 14 | 56,6 | 1,35 | 1,66 | 0,80 | 1,039 | 4,200 |
| 799A / 16 - 4 / 60 | 140,89 | 1,994 | 6,081 | 13,7 | 10,9 | 11,5 | 1,3 | 11,5 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 8 | 38,0 | 0,83 | 0,66 | 0,70 | 0,487 | 2,311 |
| 799A / 16 - 6 / 60 | 143,89 | 2,037 | 5,288 | 15,5 | 13,2 | 15,1 | 1,2 | 15,1 | 0,0 | 0,0 | 10,3 | 0,0 | 0,0 | 5 | 54,1 | 0,82 | 0,70 | 0,80 | 0,264 | 2,861 |
| 799A / 17 - 2 / 55 | 147,54 | 2,089 | 5,148 | 12,3 | 10,3 | 11,3 | 1,2 | 11,3 | 0,0 | 0,0 | 3,3 | 0,0 | 0,0 | 10 | 39,2 | 0,63 | 0,53 | 0,58 | 0,515 | 2,018 |
| 799A / 17 - 4 / 40 | 150,39 | 2,130 | 5,247 | 13,2 | 5,0 | 12,4 | 2,6 | 12,4 | 1,6 | 0,0 | 6,3 | 0,0 | 0,0 | 13 | 40,0 | 0,69 | 0,26 | 0,85 | 0,682 | 2,099 |
| 799A / 17 - 6 / 40 | 153,39 | 2,173 | 5,262 | 12,7 | 5,8 | 15,4 | 2,2 | 15,4 | 0,0 | 0,0 | 3,2 | 0,0 | 0,0 | 6 | 39,0 | 0,67 | 0,31 | 0,81 | 0,316 | 2,052 |
| 799A / 18 - 2 / 25 | 156,94 | 2,224 | 4,556 | 10,6 | 9,9 | 9,5 | 1,1 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 2,6 | 0,0 | 0,0 | 20 | 35,4 | 0,48 | 0,45 | 0,43 | 0,911 | 1,613 |
| 799A / 18 - 3 / 100 | 159,15 | 2,256 | 4,968 | 13,6 | 8,0 | 4,8 | 1,7 | 4,8 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 15 | 30,3 | 0,68 | 0,40 | 0,24 | 0,745 | 1,505 |
| 799A / 18 - 4 / 40 | 160,08 | 2,270 | 4,863 | 11,6 | 4,5 | 11,1 | 2,6 | 11,1 | 1,7 | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 17 | 32,1 | 0,56 | 0,22 | 0,54 | 0,827 | 1,561 |
| 799A / 18 - 5 / 0 | 161,20 | 2,286 | 4,528 | 7,5 | 3,7 | 9,7 | 2,0 | 9,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 23,5 | 0,34 | 0,17 | 0,44 | | 1,064 |
| 799A / 18 - 6 / 40 | 163,08 | 2,313 | 6,670 | 14,2 | 6,7 | 15,9 | 2,1 | 15,9 | 0,0 | 0,0 | 9,4 | 0,0 | 0,0 | 14 | 46,2 | 0,95 | 0,45 | 1,06 | 0,934 | 3,081 |
| 799A / 19 - 1 / 8 | 164,88 | 2,339 | 4,782 | 12,0 | 8,5 | 10,6 | 1,4 | 10,6 | 2,8 | 0,0 | 7,1 | 0,0 | 0,0 | 16 | 41,0 | 0,57 | 0,41 | 0,51 | 0,765 | 1,961 |
| 799A / 19 - 3 / 40 | 168,18 | 2,386 | 5,214 | 12,7 | 5,0 | 11,8 | 2,5 | 11,8 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 19 | 31,3 | 0,66 | 0,26 | 0,62 | 0,991 | 1,632 |
| 799A / 19 - 4 / 15 | 169,44 | 2,404 | 4,415 | 7,7 | 6,0 | 6,3 | 1,3 | 6,3 | 0,0 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 0,0 | 26 | 25,6 | 0,34 | 0,26 | 0,28 | 1,148 | 1,130 |
| 799A / 20 - 1 / 20 | 174,69 | 2,483 | 3,269 | 6,4 | 0,0 | 12,1 | | 12,1 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 41 | 24,2 | 0,21 | 0,00 | 0,40 | 1,340 | 0,791 |
| 799A / 20 - 2 / 20 | 176,19 | 2,510 | 4,041 | 9,0 | 0,0 | 17,6 | | 17,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12 | 29,9 | 0,36 | 0,00 | 0,71 | 0,485 | 1,208 |
| 799A / 20 - 3 / 20 | 177,69 | 2,537 | 3,373 | 7,1 | 4,5 | 13,5 | 1,6 | 13,5 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 28 | 31,7 | 0,24 | 0,15 | 0,46 | 0,944 | 1,069 |
| 799A / 20 - 4 / 20 | 179,19 | 2,565 | 3,318 | 7,1 | 5,0 | 5,5 | 1,4 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 5,2 | 0,0 | 0,0 | 29 | 26,4 | 0,24 | 0,17 | 0,18 | 0,962 | 0,876 |
| 799A / 20 - 6 / 20 | 182,19 | 2,619 | 4,449 | 12,7 | 8,5 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 8 | 24,5 | 0,57 | 0,38 | 0,00 | 0,356 | 1,090 |
| 799A / 21 - 1 / 20 | 184,30 | 2,658 | 3,268 | 7,6 | 5,8 | 9,5 | 1,3 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 4,8 | 0,0 | 0,0 | 30 | 28,7 | 0,25 | 0,19 | 0,31 | 0,980 | 0,938 |
| 799A / 21 - 2 / 20 | 185,80 | 2,685 | 3,396 | 7,5 | 6,3 | 9,4 | 1,2 | 9,4 | 0,0 | 0,0 | 5,7 | 0,0 | 0,0 | 40 | 28,9 | 0,25 | 0,21 | 0,32 | 1,358 | 0,981 |
| 799A / 21 - 3 / 20 | 187,30 | 2,712 | 4,000 | 7,0 | 5,3 | 7,8 | 1,3 | 7,8 | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 53 | 24,7 | 0,28 | 0,21 | 0,31 | 2,120 | 0,988 |
| 799A / 21 - 5 / 20 | 190,30 | 2,767 | 3,660 | 8,1 | 7,2 | 10,9 | 1,1 | 10,9 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 27 | 30,0 | 0,30 | 0,26 | 0,40 | 0,988 | 1,098 |
| 799A / 21 - 6 / 20 | 191,80 | 2,795 | 3,656 | 5,8 | 4,2 | 9,6 | 1,4 | 9,6 | 0,9 | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 2,4 | 39 | 27,6 | 0,21 | 0,15 | 0,35 | 1,426 | 1,009 |
| 799A / 22 - 1 / 77 | 194,57 | 2,845 | 4,010 | 13,4 | 9,1 | 7,1 | 1,5 | 7,1 | 0,0 | 0,0 | 6,8 | 0,0 | 0,0 | 17 | 38,6 | 0,54 | 0,36 | 0,28 | 0,682 | 1,548 |
| 799A / 22 - 2 / 77 | 196,07 | 2,872 | 3,697 | 13,0 | 3,8 | 13,6 | 3,4 | 13,6 | 0,0 | 0,0 | 3,3 | 0,0 | 0,0 | 16 | 33,7 | 0,48 | 0,14 | 0,50 | 0,591 | 1,246 |
| 799A / 22 - 3 / 5 | 196,85 | 2,887 | 2,963 | 4,5 | 0,0 | 8,8 | | 8,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,1 | | 23,6 | 0,13 | 0,00 | 0,26 | | 0,699 |
| 799A / 22 - 4 / 34 | 198,64 | 2,919 | 3,140 | 7,4 | 4,0 | 8,0 | 1,9 | 8,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,1 | 20 | 27,7 | 0,23 | 0,13 | 0,25 | 0,628 | 0,870 |
| 799A / 22 - 5 / 34 | 200,14 | 2,947 | 3,368 | 8,0 | 5,0 | 14,0 | 1,6 | 14,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 24 | 31,5 | 0,27 | 0,17 | 0,47 | 0,808 | 1,061 |
| 799A / 22 - 6 / 34 | 201,64 | 2,974 | 3,704 | 8,4 | 7,7 | 6,2 | 1,1 | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 15 | 22,3 | 0,31 | 0,29 | 0,23 | 0,556 | 0,826 |
| 799A / 22 - 6 / 130 | 202,60 | 2,992 | 3,704 | 8,0 | 3,7 | 0,0 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,7 | 0,0 | 0,0 | 20 | 20,9 | 0,30 | 0,14 | 0,00 | 0,741 | 0,774 |
| 799A / 22 - 7 / 20 | 203,00 | 2,999 | 4,320 | 7,2 | 6,0 | 10,9 | 1,2 | 10,9 | 0,0 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 31 | 26,5 | 0,31 | 0,26 | 0,47 | 1,339 | 1,146 |
| 799A / 23 - 1 / 29 | 203,78 | 3,013 | 3,510 | 10,4 | 6,2 | 10,4 | 1,7 | 10,4 | 0,0 | 0,0 | 9,4 | 0,0 | 0,0 | 7 | 36,4 | 0,36 | 0,22 | 0,36 | 0,246 | 1,277 |
| 799A / 23 - 2 / 29 | 205,28 | 3,040 | 3,510 | 10,1 | 4,2 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 8,1 | 0,0 | 0,0 | 8 | 29,1 | 0,35 | 0,15 | 0,00 | 0,281 | 1,021 |
| 799A / 23 - 3 / 29 | 206,78 | 3,068 | 3,172 | 6,7 | 4,2 | 9,3 | 1,6 | 9,3 | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 0,0 | 0,0 | 36 | 28,2 | 0,21 | 0,13 | 0,30 | 1,142 | 0,895 |
| 799A / 23 - 3 / 29 | 206,78 | 3,068 | 3,172 | 8,5 | 1,7 | 12,1 | 5,0 | 12,1 | 1,7 | 0,0 | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 17 | 28,5 | 0,27 | 0,05 | 0,38 | 0,539 | 0,904 |
| 799A / 23 - 4 / 20 | 208,20 | 3,094 | 3,785 | 12,1 | 4,9 | 10,4 | 2,5 | 10,4 | 0,0 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 12 | 32,1 | 0,46 | 0,19 | 0,39 | 0,454 | 1,215 |
| 799A / 23 - 4 / 21 | 208,21 | 3,094 | 3,785 | 5,1 | 3,2 | 3,6 | 1,6 | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 4,6 | 0,0 | 0,0 | 55 | 20,2 | 0,19 | 0,12 | 0,14 | 2,082 | 0,765 |
| 799A / 23 - 5 / 26 | 209,75 | 3,122 | 3,536 | 11,0 | 6,8 | 14,8 | 1,6 | 14,8 | 0,0 | 0,0 | 5,9 | 0,0 | 0,0 | 19 | 41,3 | 0,39 | 0,24 | 0,52 | 0,672 | 1,460 |
| 799A / 23 - 6 / 16 | 211,16 | 3,148 | 3,633 | 8,9 | 7,1 | 12,9 | 1,3 | 12,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10 | 30,9 | 0,32 | 0,26 | 0,47 | 0,363 | 1,123 |
| 799A / 24 - 1 / 90 | 214,00 | 3,199 | 3,853 | 11,1 | 6,4 | 12,2 | 1,7 | 12,2 | 0,0 | 0,0 | 7,2 | 0,0 | 0,0 | 8 | 36,9 | 0,43 | 0,25 | 0,47 | 0,308 | 1,422 |
| 799A / 24 - 2 / 132 | 215,92 | 3,234 | 3,526 | 8,4 | 4,6 | 7,8 | 1,8 | 7,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 28 | 23,1 | 0,30 | 0,16 | 0,28 | 0,987 | 0,815 |
| 799A / 24 - 3 / 97 | 217,07 | 3,255 | 4,051 | 13,8 | 9,7 | 9,6 | 1,4 | 9,6 | 0,0 | 0,0 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 15 | 40,2 | 0,56 | 0,39 | 0,39 | 0,608 | 1,628 |
| 799A / 24 - 4 / 98 | 218,58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Probe | Tiefe | Alter | AR Ges. | Qz. | Fsp. | Glim.+ Illit | Qz/Fsp | Glim. | Pyr. | Kao. | Chlo. | Illit | Kal. | Opal | Su.Min. | AR Qz | AR Fsp | AR Glim. | AR Opal | AR Su.Min. |
|---------------------|--------|-------|------------|------|------|-----------------|--------|-------|------|------|-------|-------|------|------|---------|----------|-----------|-------------|------------|---------------|
| | (m) | (Ma) | (g/cm2/ky) | (%) | (%) | (%) | | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | | | | | |
| 799A / 25 - 1 / 104 | 223,83 | 3,379 | 6,806 | 5,8 | 0,0 | 23,4 | | 23,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 29,2 | 0,40 | 0,00 | 1,59 | | 1,990 |
| 799A / 25 - 2 / 112 | 225,41 | 3,405 | 4,693 | 10,4 | 4,3 | 15,7 | 2,4 | 15,7 | 0,0 | 0,0 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 19 | 40,6 | 0,49 | 0,20 | 0,74 | 0,892 | 1,905 |
| 799A / 25 - 3 / 110 | 226,89 | 3,422 | 5,588 | 7,9 | 5,7 | 7,8 | 1,4 | 7,8 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 20 | 25,3 | 0,44 | 0,32 | 0,44 | 1,118 | 1,414 |
| 799A / 25 - 4 / 113 | 228,42 | 3,441 | 5,077 | 7,7 | 4,8 | 11,2 | 1,6 | 11,2 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21 | 27,9 | 0,39 | 0,24 | 0,57 | 1,066 | 1,416 |
| 799A / 25 - 5 / 113 | 229,92 | 3,459 | 5,886 | 9,6 | 4,7 | 8,9 | 2,1 | 8,9 | 0,0 | 0,0 | 5,2 | 0,0 | 0,0 | 18 | 29,4 | 0,57 | 0,28 | 0,52 | 1,059 | 1,729 |
| 799A / 25 - 6 / 112 | 231,41 | 3,476 | 5,178 | 9,3 | 6,4 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,9 | 0,0 | 0,0 | 12 | 20,6 | 0,48 | 0,33 | 0,00 | 0,621 | 1,065 |
| 799A / 25 - 7 / 43 | 232,23 | 3,486 | 4,879 | 9,2 | 5,0 | 15,0 | 1,8 | 15,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 13 | 30,8 | 0,45 | 0,24 | 0,73 | 0,634 | 1,503 |
| 799A / 27 - 1 / 29 | 241,69 | 3,599 | 5,088 | 6,7 | 2,9 | 14,5 | 2,3 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 6,4 | 0,0 | 0,0 | 27 | 33,7 | 0,34 | 0,15 | 0,74 | 1,374 | 1,715 |
| 799A / 27 - 2 / 25 | 243,15 | 3,616 | 4,932 | 6,9 | 3,8 | 7,1 | 1,8 | 7,1 | 0,0 | 0,0 | 5,9 | 0,0 | 0,0 | 28 | 26,6 | 0,34 | 0,19 | 0,35 | 1,381 | 1,312 |
| 799A / 27 - 3 / 108 | 245,48 | 3,644 | 4,864 | 7,4 | 2,9 | 12,6 | 2,6 | 12,6 | 0,0 | 0,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 28 | 29,4 | 0,36 | 0,14 | 0,61 | 1,362 | 1,430 |
| 799A / 29 - 2 / 25 | 252,65 | 3,729 | 4,887 | 6,4 | 2,5 | 13,5 | 2,6 | 13,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 40 | 25,8 | 0,31 | 0,12 | 0,66 | 1,955 | 1,261 |
| 799A / 29 - 3 / 21 | 254,11 | 3,746 | 4,626 | 3,7 | 2,6 | 6,1 | 1,4 | 6,1 | 0,0 | 0,0 | 4,4 | 0,0 | 0,0 | 61 | 20,4 | 0,17 | 0,12 | 0,28 | 2,822 | 0,944 |
| 799A / 29 - 4 / 22 | 255,62 | 3,764 | 4,316 | 6,2 | 3,4 | 12,3 | 1,8 | 12,3 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 28 | 26,5 | 0,27 | 0,15 | 0,53 | 1,208 | 1,144 |
| 799A / 30 - 6 / 55 | 268,55 | 3,918 | 4,915 | 8,7 | 6,7 | 9,6 | 1,3 | 9,6 | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 10 | 30,5 | 0,43 | 0,33 | 0,47 | 0,492 | 1,499 |
| 799A / 31 - 1 / 15 | 270,34 | 3,939 | 5,359 | 9,5 | 0,0 | 13,0 | | 13,0 | 1,2 | 0,0 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 26 | 31,1 | 0,51 | 0,00 | 0,70 | 1,393 | 1,667 |
| 799A / 31 - 2 / 0 | 271,70 | 3,955 | 5,359 | 8,8 | 4,9 | 10,4 | 1,8 | 10,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 22 | 28,0 | 0,47 | 0,26 | 0,56 | 1,179 | 1,501 |
| 799A / 32 - 1 / 50 | 278,70 | 4,039 | 4,825 | 7,8 | 5,2 | 6,2 | 1,5 | 6,2 | 1,0 | 0,0 | 4,7 | 0,0 | 0,0 | 27 | 27,2 | 0,38 | 0,25 | 0,30 | 1,303 | 1,312 |
| 799A / 32 - 2 / 50 | 280,20 | 4,057 | 4,551 | 7,7 | 5,0 | 6,4 | 1,5 | 6,4 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6 | 23,4 | 0,35 | 0,23 | 0,29 | 0,273 | 1,065 |
| 799A / 32 - 3 / 50 | 281,70 | 4,074 | 4,452 | 6,7 | 4,0 | 10,2 | 1,7 | 10,2 | | 0,0 | 5,6 | 0,0 | 0,0 | 30 | 29,1 | 0,30 | 0,18 | 0,45 | 1,336 | 1,294 |
| 799A / 32 - 4 / 50 | 283,20 | 4,092 | 4,452 | 5,5 | 4,2 | 9,1 | 1,3 | 9,1 | 0,0 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 0,0 | 40 | 25,6 | 0,24 | 0,19 | 0,41 | 1,781 | 1,140 |
| 799A / 32 - 5 / 40 | 284,60 | 4,109 | 4,620 | 8,5 | 5,5 | 9,8 | 1,5 | 9,8 | 1,6 | 0,0 | 4,9 | 0,0 | 0,0 | 30 | 33,4 | 0,39 | 0,25 | 0,45 | 1,386 | 1,543 |
| 799A / 33 - 1 / 100 | 288,90 | 4,160 | 5,224 | 5,5 | 6,8 | 10,8 | 0,8 | 10,8 | 0,0 | 0,0 | 4,7 | 0,0 | 0,0 | 44 | 30,9 | 0,29 | 0,36 | 0,56 | 2,298 | 1,614 |
| 799A / 33 - 4 / 66 | 293,06 | 4,209 | 4,178 | 5,1 | 3,2 | 9,9 | 1,6 | 9,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 47 | 22,1 | 0,21 | 0,13 | 0,41 | 1,964 | 0,923 |
| 799A / 35 - 2 / 66 | 309,45 | 4,404 | 4,795 | 2,2 | 3,8 | 7,5 | 0,6 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 58 | 18,3 | 0,11 | 0,18 | 0,36 | 2,781 | 0,877 |
| 799A / 35 - 3 / 66 | 310,95 | 4,422 | 4,353 | 3,8 | 2,8 | 12,3 | 1,4 | 12,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 51 | 23,7 | 0,17 | 0,12 | 0,54 | 2,220 | 1,032 |
| 799A / 35 - 4 / 66 | 312,45 | 4,440 | 4,301 | 3,7 | 3,9 | 5,9 | 0,9 | 5,9 | 0,0 | 0,0 | 5,6 | 0,0 | 0,0 | 64 | 22,7 | 0,16 | 0,17 | 0,25 | 2,752 | 0,976 |
| 799A / 35 - 6 / 66 | 315,45 | 4,476 | 4,376 | 3,4 | 3,9 | 12,1 | 0,9 | 12,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 84 | 22,1 | 0,15 | 0,17 | 0,53 | 3,676 | 0,969 |
| 799A / 36 - 1 / 30 | 317,20 | 4,497 | 4,296 | 2,9 | 1,6 | 6,1 | 1,8 | 6,1 | 0,0 | 0,0 | 3,4 | 0,0 | 0,0 | 42 | 18,5 | 0,12 | 0,07 | 0,26 | 1,804 | 0,795 |
| 799A / 36 - 2 / 30 | 318,70 | 4,514 | 3,986 | 2,7 | 2,6 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 66 | 10,4 | 0,11 | 0,10 | 0,00 | 2,631 | 0,415 |
| 799A / 36 - 4 / 30 | 321,70 | 4,550 | 3,751 | 3,1 | 1,6 | 11,1 | 1,9 | 11,1 | 0,0 | 0,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 58 | 24,4 | 0,12 | 0,06 | 0,42 | 2,176 | 0,915 |
| 799A / 36 - 5 / 30 | 323,20 | 4,568 | 4,445 | 3,7 | 0,0 | 7,0 | | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 49 | 15,4 | 0,16 | 0,00 | 0,31 | 2,178 | 0,685 |
| 799A / 36 - 6 / 30 | 324,70 | 4,586 | 4,018 | 3,9 | 2,6 | 6,7 | 1,5 | 6,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 29 | 17,4 | 0,16 | 0,10 | 0,27 | 1,165 | 0,899 |
| 799A / 37 - 1 / 68 | 327,27 | 4,616 | 4,730 | 5,1 | 5,6 | 10,3 | 0,9 | 10,3 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 33 | 26,2 | 0,24 | 0,26 | 0,49 | 1,561 | 1,239 |
| 799A / 37 - 2 / 68 | 328,77 | 4,634 | 4,900 | 6,8 | 0,0 | 6,2 | | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 5,3 | 0,0 | 0,0 | 41 | 21,2 | 0,33 | 0,00 | 0,30 | 2,009 | 1,039 |
| 799A / 37 - 3 / 24 | 329,84 | 4,647 | 4,915 | 5,0 | 4,1 | 7,4 | 1,2 | 7,4 | 1,1 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 31 | 22,0 | 0,25 | 0,20 | 0,36 | 1,524 | 1,081 |
| 799A / 37 - 4 / 24 | 331,34 | 4,665 | 4,137 | 4,8 | 2,4 | 8,7 | 2,0 | 8,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 56 | 20,0 | 0,20 | 0,10 | 0,36 | 2,317 | 0,827 |
| 799A / 37 - 5 / 24 | 332,84 | 4,683 | 4,087 | 3,8 | 3,9 | 4,2 | 1,0 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 49 | 16,2 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 2,003 | 0,662 |
| 799A / 37 - 6 / 24 | 334,34 | 4,700 | 4,568 | 4,3 | 2,4 | 4,1 | 1,8 | 4,1 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 36 | 16,4 | 0,20 | 0,11 | 0,19 | 1,645 | 0,749 |
| 799A / 37 - 7 / 24 | 335,84 | 4,718 | 4,189 | 4,6 | 3,4 | 5,1 | 1,4 | 5,1 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 49 | 20,1 | 0,19 | 0,14 | 0,21 | 2,052 | 0,842 |
| 799A / 38 - 1 / 29 | 336,48 | 4,726 | 4,697 | 6,9 | 5,7 | 10,4 | 1,2 | 10,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 28 | 26,7 | 0,32 | 0,27 | 0,49 | 1,315 | 1,254 |
| 799A / 38 - 2 / 29 | 337,98 | 4,744 | 4,911 | 6,0 | 5,1 | 9,1 | 1,2 | 9,1 | 0,0 | 0,0 | 4,7 | 0,0 | 0,0 | 47 | 27,9 | 0,29 | 0,25 | 0,45 | 2,308 | 1,370 |
| 799A / 38 - 3 / 29 | 339,48 | 4,762 | 4,881 | 8,0 | 3,8 | 12,9 | 2,1 | 12,9 | 0,0 | 0,0 | 5,9 | 0,0 | 0,0 | 30 | 33,4 | 0,39 | 0,19 | 0,63 | 1,464 | 1,630 |
| 799A / 38 - 4 / 29 | 340,98 | 4,779 | 4,734 | 5,3 | 3,9 | 5,9 | 1,4 | 5,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 34 | 15,1 | 0,25 | 0,18 | 0,28 | 1,610 | 0,715 |
| 799A / 38 - 5 / 29 | 342,48 | 4,797 | 4,557 | 5,2 | 4,7 | 10,0 | 1,1 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 4,1 | 0,0 | 0,0 | 22 | 24,0 | 0,24 | 0,21 | 0,46 | 1,003 | 1,094 |
| 799A / 38 - 6 / 29 | 343,98 | 4,815 | 5,422 | 8,9 | 5,0 | 7,9 | 1,8 | 7,9 | 0,0 | 0,0 | 7,6 | 0,0 | 0,0 | 22 | 31,3 | 0,48 | 0,27 | 0,43 | 1,193 | 1,697 |
| 799A / 38 - 7 / 10 | 345,30 | 4,831 | 5,704 | 6,9 | 0,0 | 19,4 | | 19,4 | 0,0 | 6,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23 | 34,1 | 0,39 | 0,00 | 1,11 | 1,312 | 1,943 |
| 799A / 39 - 1 / 40 | 346,30 | 4,843 | 5,096 | 6,6 | 2,9 | 10,7 | 2,3 | 10,7 | 1,1 | 3,0 | 4,4 | 0,0 | 0,0 | 23 | 30,2 | 0,34 | 0,15 | 0,54 | 1,172 | 1,540 |
| 799A / 39 - 2 / 40 | 347,80 | 4,860 | 4,635 | 6,9 | 9,1 | 7,9 | 0,8 | 7,9 | 0,0 | 0,0 | 4,6 | 0,0 | 0,0 | 24 | 30,9 | 0,32 | 0,42 | 0,37 | 1,112 | 1,432 |
| 799A / 39 - 3 / 40 | 349,30 | 4,878 | 4,941 | 10,2 | 10,0 | 8,0 | 1,0 | 8,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 26 | 32,9 | 0,50 | 0,49 | 0,40 | 1,285 | 1,626 |
| 799A / 39 - 4 / 40 | 350,80 | 4,896 | 4,508 | 6,2 | 4,9 | 11,8 | 1,3 | 11,8 | 0,0 | 0,0 | 5,7 | 0,0 | 0,0 | 26 | 32,5 | 0,28 | 0,22 | 0,53 | 1,172 | 1,465 |
| 799A / 39 - 5 / 40 | 352,30 | 4,914 | 5,418 | 6,1 | 4,5 | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20 | 12,2 | 0,33 | 0,24 | 0,00 | 1,084 | 0,658 |
| 799A / 39 - 6 / 40 | 353,80 | 4,932 | 5,441 | 8,9 | 5,3 | 9,6 | 1,7 | 9,6 | 1,2 | 0,0 | 5,8 | 0,0 | 0,0 | 24 | 33,0 | 0,48 | 0,29 | 0,52 | 1,306 | 1,796 |
| 799A / 39 - 7 / 40 | 355,30 | 4,950 | 4,820 | 4,3 | 0,0 | 7,1 | | 7,1 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 52 | 17,4 | 0,21 | 0,00 | 0,34 | 2,507 | 0,839 |
| 799A / 40 - 1 / 95 | 356,53 | 4,964 | 6,864 | 8,6 | 5,1 | 7,7 | 1,7 | 7,7 | 0,0 | 0,0 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 27 | 23,0 | 0,59 | 0,35 | 0,53 | 1,853 | 1,579 |
| 799A / 40 - 2 / 94 | 358,02 | 4,982 | 4,469 | 4,9 | 2,2 | 6,8 | 2,2 | 6,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 30 | 18,4 | 0,22 | 0,10 | 0,30 | 1,341 | 0,822 |
| 799A / 40 - 4 / 94 | 361,02 | 5,018 | 5,252 | 5,0 | 4,0 | 6,4 | 1,3 | 6,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 35 | 18,8 | 0,26 | 0,21 | 0,34 | 1,838 | 0,987 |
| 799A / 40 - 4 / 103 | 361,11 | 5,019 | 5,252 | 3,4 | 0,0 | 11,7 | | 11,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 37 | 15,1 | 0,18 | 0,00 | 0,61 | 1,943 | 0,793 |
| 799A / 40 - 5 / 96 | 362,54 | 5,036 | 5,036 | 6,0 | 3,5 | 7,9 | 1,7 | 7,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 28 | 20,9 | 0,30 | 0,18 | 0,40 | 1,410 | 1,053 |
| 799A / 40 - 6 / 107 | 364,15 | 5,055 | 5,913 | 8,6 | 6,6 | 10,4 | 1,3 | 10,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 28 | 27,7 | 0,51 | 0,39 | 0,62 | 1,656 | 1,637 |
| 799A / 40 - 7 / 50 | 365,09 | 5,066 | 4,984 | 8,0 | 2,4 | 12,3 | 3,3 | 12,3 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 23,6 | 0,40 | 0,12 | 0,61 | | |

| Probe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| Probe | Quarz | | Mittel- wert (%) | Std. abw. (%) | Glimmer | | Mittel- wert (%) | Std. abw. (%) | Feldspat | | Mittel- wert (%) | Std. abw. (%) | Pyrit | | Mittel- wert (%) | Std. abw. (%) | Kalzit | | Mittel- wert (%) | Std. abw. (%) |
|---------------------------|-----------------------|-----------|------------------------|---------------------|-------------------------|-----------|------------------------|---------------------|--------------------------|-----------|------------------------|---------------------|-----------------------|-----------|------------------------|---------------------|------------------------|-------|------------------------|---------------------|
| | I (%) | II (%) | | | I (%) | II (%) | | | I (%) | II (%) | | | I (%) | II (%) | | | | | | |
| 799A / 23 - 3 / 29 - 31 | 14,46 | 9,1 | 11,78 | 14,36 | 5,66 | 10,16 | 7,91 | 10,13 | | | | | | | | | | | | |
| 798B / 29 - 3 / 31 - 33 | 6,28 | 6,18 | 6,23 | 0,01 | 10,41 | 10,91 | 10,66 | 0,13 | | | | | 1,29 | 2,05 | 1,67 | 0,29 | | | | |
| 798B / 44 - 7 / 50 - 52 | 10,82 | 10,97 | 10,895 | 0,01 | 5,11 | 4,86 | 4,99 | 0,03 | 4,16 | 4,53 | 4,35 | 0,07 | 1,32 | 1,04 | 1,18 | 0,04 | | | | |
| 798B / 47 - 1 / 26 - 28 | 9,27 | 9,58 | 9,425 | 0,05 | | | | | 8,45 | 10,06 | 9,26 | 1,30 | 2,47 | 2,48 | 2,48 | 0,00 | | | | |
| 798B / 48 - 5 / 97 - 99 | 10,16 | 10,41 | 10,285 | 0,03 | | | | | 9,99 | 10,21 | 10,10 | 0,02 | 1,46 | 1,82 | 1,64 | 0,06 | | | | |
| 798B / 13 - 2 / 61 - 100 | 13,36 | 15,01 | 14,185 | 1,36 | 15 | 3,95 | 9,48 | 61,05 | 7,41 | 9,54 | 8,48 | 2,27 | 1,62 | 0 | 0,81 | 1,31 | | | | |
| 798B / 13 - 2 / 100 - 120 | 15,21 | 14,27 | 14,74 | 0,44 | 5,66 | 5,43 | 5,55 | 0,03 | 7,24 | 16,11 | 11,68 | 39,34 | 1,86 | 1,77 | 1,82 | 0,00 | | | | |
| 798B / 13 - 3 / 0 - 30 | 10,71 | 11,19 | 10,95 | 0,12 | 12,42 | 13,38 | 12,90 | 0,46 | 4,35 | 4,53 | 4,44 | 0,02 | 1,64 | 1,48 | 1,56 | 0,01 | 3,16 | 4 | 3,58 | 0,35 |
| 798B / 13 - 3 / 90 - 120 | 9,68 | 9,82 | 9,75 | 0,01 | 16,69 | 14,5 | 15,60 | 2,40 | 5,54 | 4,46 | 5,00 | 0,58 | 2,39 | 0 | 1,20 | 2,86 | 3,66 | 3,98 | 3,82 | 0,05 |
| 798B / 13 - 4 / 30 - 60 | 12,94 | 12,92 | 12,93 | 0,00 | 11,81 | 4,9 | 8,36 | 23,87 | 10,22 | 6,82 | 8,52 | 5,78 | 0 | 1,31 | 0,66 | 0,86 | 2,97 | 1,72 | 2,35 | 0,78 |
| 798B / 13 - 4 / 90 - 120 | 10,69 | 11,85 | 11,27 | 0,67 | 12,03 | 13,21 | 12,62 | 0,70 | 6,87 | 8 | 7,44 | 0,64 | 1,36 | 1,46 | 1,41 | 0,00 | 4,46 | 4,97 | 4,72 | 0,13 |
| 798B / 13 - 5 / 90 - 120 | 12,42 | 14,93 | 13,675 | 3,15 | 7,98 | 12,43 | 10,21 | 9,90 | 9,29 | 6,44 | 7,87 | 4,06 | 1,9 | 2,58 | 2,24 | 0,23 | | 0,83 | 0,42 | 0,34 |
| 798B / 14 - 1 / 60 - 90 | 12,42 | 11,62 | 12,02 | 0,32 | 3,55 | 9,54 | 6,55 | 17,94 | 6,67 | 7,79 | 7,23 | 0,63 | 1,37 | 0 | 0,69 | 0,94 | 2,25 | 1,76 | 2,01 | 0,12 |
| 798B / 14 - 1 / 90 - 120 | 13,8 | 11,82 | 12,81 | 1,96 | 5,74 | 9,19 | 7,47 | 5,95 | 8,98 | 6,32 | 7,65 | 3,54 | 1,4 | 1,43 | 1,42 | 0,00 | 1,28 | 0 | 0,64 | 0,82 |
| 798B / 14 - 2 / 0 - 40 | 10,16 | 11,56 | 10,86 | 0,98 | 8,01 | 9,12 | 8,57 | 0,62 | 6,77 | 6,15 | 6,46 | 0,19 | 1,61 | 1,6 | 1,61 | 0,00 | 6,62 | 6,86 | 6,74 | 0,03 |
| 798B / 14 - 2 / 0 - 40 | 10,83 | 11,48 | 11,155 | 0,21 | 9,97 | 10,81 | 10,39 | 0,35 | 6,33 | 7,34 | 6,84 | 0,51 | 2,46 | 1,02 | 1,74 | 1,04 | 7,16 | 7,17 | 7,17 | 0,00 |
| 798B / 14 - 2 / 90 - 120 | 10,75 | 10,53 | 10,64 | 0,02 | 6,71 | 9,94 | 8,33 | 5,22 | 6,12 | 5,75 | 5,94 | 0,07 | 1,23 | 0 | 0,62 | 0,76 | 9,08 | 10,28 | 9,68 | 0,72 |
| 798B / 14 - 2 / 120 - 150 | 10,04 | 11,94 | 10,99 | 1,81 | 8,49 | 14 | 11,25 | 15,18 | 6,26 | 5,91 | 6,09 | 0,06 | 0,9 | 0 | 0,45 | 0,41 | 7,42 | 8,5 | 7,96 | 0,58 |
| 798B / 14 - 3 / 0 - 30 | 11,43 | 11,18 | 11,305 | 0,03 | 3,3 | 9,72 | 6,51 | 20,61 | 7,3 | 4 | 5,65 | 5,45 | 0,98 | 1,58 | 1,28 | 0,18 | 8 | 8,46 | 8,23 | 0,11 |
| 798B / 14 - 3 / 0 - 30 | 9,37 | 13,11 | 11,24 | 6,99 | 6,64 | 5,73 | 6,19 | 0,41 | 12,32 | 9,95 | 11,14 | 2,81 | 1,42 | 1,02 | 1,22 | 0,08 | 9,4 | 8,5 | 8,95 | 0,41 |
| 798B / 14 - 3 / 75 - 108 | 11,95 | 12,96 | 12,455 | 0,51 | 11,03 | 5,21 | 8,12 | 16,94 | 7,93 | 6,55 | 7,24 | 0,95 | 0 | 1,03 | 0,52 | 0,53 | 6,1 | 7,32 | 6,71 | 0,74 |
| 798B / 14 - 3 / 116 - 150 | 10,57 | 11,13 | 10,85 | 0,16 | 8,84 | 9,43 | 9,14 | 0,17 | 8,91 | 8,3 | 8,61 | 0,19 | 1,38 | 0 | 0,69 | 0,95 | 5,84 | 6,01 | 5,93 | 0,01 |
| 798B / 14 - 4 / 60 - 90 | 8,8 | 8,21 | 8,505 | 0,17 | 4,81 | 6,55 | 5,68 | 1,51 | 9,21 | 5,37 | 7,29 | 7,37 | 2,2 | 1,3 | 1,75 | 0,41 | 8,84 | 7,44 | 8,14 | 0,98 |
| 798B / 14 - 4 / 90 - 120 | 9,43 | 8,37 | 8,9 | 0,56 | 2,02 | 11,28 | 6,65 | 42,87 | 5,34 | 4,85 | 5,10 | 0,12 | 1,4 | 1,32 | 1,36 | 0,00 | 5,09 | 6,18 | 5,64 | 0,59 |
| 798B / 14 - 4 / 120 - 150 | 11,06 | 9,88 | 10,47 | 0,70 | 9,32 | 8,51 | 8,92 | 0,33 | 6,54 | 7,32 | 6,93 | 0,30 | 1,21 | 1,34 | 1,28 | 0,01 | 4,01 | 4,51 | 4,26 | 0,13 |
| 798B / 14 - 5 / 0 - 30 | 10,28 | 10,27 | 10,275 | 0,00 | 9,17 | 8,86 | 9,02 | 0,05 | 6,33 | 5,38 | 5,86 | 0,45 | 1,5 | 1,5 | 1,50 | 0,00 | 5,33 | 4,57 | 4,95 | 0,29 |
| 798B / 14 - 5 / 30 - 60 | 10,45 | 8,05 | 9,25 | 2,88 | 9,13 | 6,67 | 7,90 | 3,03 | 3,15 | 6,42 | 4,79 | 5,35 | | | | | 3,15 | 3,72 | 3,44 | 0,16 |
| 798B / 14 - 6 / 90 - 120 | 11,46 | 10,69 | 11,075 | 0,30 | 7,87 | 6,99 | 7,43 | 0,39 | 6,65 | 9,96 | 8,31 | 5,48 | 1,19 | 1,37 | 1,28 | 0,02 | | | | |
| 798B / 14 - 6 / 120 - 150 | 12,67 | 12,47 | 12,57 | 0,02 | 12,88 | 13,38 | 13,13 | 0,13 | 8 | 8,25 | 8,13 | 0,03 | | | | | | | | |
| 798B / 14 - 7 / 137 - 150 | 15,49 | 12,29 | 13,89 | 5,12 | 4,3 | 8,06 | 6,18 | 7,07 | 7,18 | 10,84 | 9,01 | 6,70 | | | | | 3,18 | 3,1 | 3,14 | 0,00 |
| 798B / 14 - 8 / 0 - 30 | 13,75 | 13,97 | 13,86 | 0,02 | 4,3 | 5 | 4,65 | 0,25 | 7,34 | 9,06 | 8,20 | 1,48 | 0 | 1,3 | 0,65 | 0,85 | 2,39 | 2,61 | 2,50 | 0,02 |
| 798B / 14 - 8 / 30 - 60 | 15,19 | 12,79 | 13,99 | 2,88 | 5,84 | 13,92 | 9,88 | 32,64 | 8,12 | 6,28 | 7,20 | 1,69 | | | | | 0 | 2,02 | 1,01 | 2,04 |
| 798B / 14 - 8 / 110 - | 11,69 | 12,56 | 12,125 | 0,38 | 16,25 | 12,28 | 14,27 | 7,88 | 6 | 5,2 | 5,60 | 0,32 | 1,32 | 1,72 | 1,52 | 0,08 | 2,39 | 2,23 | 2,31 | 0,01 |
| 798B / 15 - 2 / 0 - 30 | 11,44 | 11,78 | 11,61 | 0,06 | 9,74 | 14,09 | 11,92 | 9,46 | 4,92 | 5,23 | 5,08 | 0,05 | 1,82 | 1,75 | 1,79 | 0,00 | | | | |
| 798B / 15 - 2 / 30 - 60 | 12,51 | 13,47 | 12,99 | 0,46 | 11,89 | 15,68 | 13,79 | 7,18 | 8,29 | 8,25 | 8,27 | 0,00 | 1,37 | 1,82 | 1,60 | 0,10 | | | | |
| 798B / 15 - 2 / 80 - 120 | 14,12 | 14,58 | 14,35 | 0,11 | 8,79 | 5,36 | 7,08 | 5,88 | 5,52 | 6,88 | 6,20 | 0,92 | 1,96 | 1,8 | 1,88 | 0,01 | | | | |
| 798B / 15 - 5 / 60 - 90 | 8,48 | 8,82 | 8,65 | 0,06 | 14,99 | 8,39 | 11,69 | 21,78 | 0 | 3,36 | 1,68 | 5,64 | 1,71 | 1,45 | 1,58 | 0,03 | 5,84 | 4,65 | 5,25 | 0,71 |
| 798B / 15 - 6 / 0 - 30 | 10,48 | 10,36 | 10,42 | 0,01 | 1,64 | 11,53 | 6,59 | 48,91 | 4,3 | 4,72 | 4,51 | 0,09 | 1,25 | 0 | 0,63 | 0,78 | 2,35 | 4,79 | 3,57 | 2,98 |
| 798B / 15 - 7 / 30 - 53 | 8,94 | 8,77 | 8,855 | 0,01 | 1,5 | 10,51 | 6,01 | 40,59 | 4,41 | 3,97 | 4,19 | 0,10 | 0,78 | 2,25 | 1,52 | 1,08 | 5,23 | 6,37 | 5,80 | 0,65 |
| 798B / 15 - 7 / 90 - 120 | 14,15 | 15,65 | 14,9 | 1,13 | 15,1 | 12,12 | 13,61 | 4,44 | 5,81 | 5,95 | 5,88 | 0,01 | 1,98 | 1,52 | 1,75 | 0,11 | | | | |
| | Stdabw. Quarz abs.(%) | | | 1,11 | Stdabw. Glimmer abs.(%) | | | 3,39 | Stdabw. Feldspat abs.(%) | | | 1,68 | Stdabw. Pyrit abs.(%) | | | 0,64 | Stdabw. Kalzit abs.(%) | | | 0,73 |
| | Streubereich für | | | | Streubereich für | | | | Streubereich für | | | | Streubereich für | | | | Streubereich für | | | |
| | Einzelmeßwert P=95% | | | 2,24 | Einzelmeßwert P=95% | | | 6,86 | Einzelmeßwert P=95% | | | 3,40 | Einzelmeßwert P=95% | | | 1,31 | Einzelmeßwert P=95% | | | 1,50 |
| | Streubereich für | | | | Streubereich für | | | | Streubereich für | | | | Streubereich für | | | | Streubereich für | | | |
| | Einzelmeßwert P=99% | | | 3,00 | Einzelmeßwert P=99% | | | 9,18 | Einzelmeßwert P=99% | | | 4,55 | Einzelmeßwert P=99% | | | 1,77 | Einzelmeßwert P=99% | | | 2,02 |